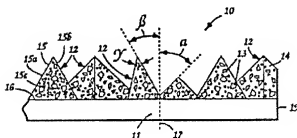


**Patent number:** RU2124978 (C1)  
**Publication date:** 1999-01-20  
**Inventor(s):** HOOPMAN TIMOTHY L [US]; SEWALL NELSON D [US]  
**Applicant(s):** MINNESOTA MINING & MFG [US]  
**Classification:**  
**- international:** B24D3/28; B24D11/00; B24D18/00; B24D3/20; B24D11/00; B24D18/00; (IPC1-7): B24D11/00  
B24D3/28; B24D11/00; B24D11/00B3; B24D18/00  
**- european:**  
**Application number:** RU19960107412 19940121  
**Priority number(s):** US19930120300 19930913

**Abstract of RU 2124978 (C1)**

**FIELD:** mechanical engineering.  
**SUBSTANCE:** abrasive article is in the form of sheet. Located on its working surface is multiplicity of abrasive composite pieces which are precision in shape, but not all precision shapes are similar. Described in invention are method and working tool for manufacture of abrasive article. Abrasive tool is intended for finishing treatment of products with high productive capacity and relatively high cleanliness of treated surface without leaving any marks or scratches on treated surface. Due to different dimensions of adjacent composite pieces of precision shape, stopped and/or prevented is occurrence of vibration resonance. This adds to higher productive capacity and to higher cleanliness of worked surface.  
**EFFECT:** higher efficiency. 19 cl, 8 dwg, 2 ex, 1 tbl





RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) RU (11) 2 124 978 (13) C1  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> B 24 D 11/00

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 96107412/02, 21.01.1994

(30) Priority: 13.09.1993 US 08/120300

(46) Date of publication: 20.01.1999

(85) Commencement of national phase: 13.04.96

(87) PCT publication:  
WO 95/07797 (23.03.95)

(98) Mail address:  
103051 Moskva, Tsvetnoj b-r 25, str.3,  
Stepko Ehnd Dzhonson Kompani Patentnomu  
poverennomu Bezrukovo O.M.

(71) Applicant:  
Minnesota Majning ehnd Mehnjufekchuring  
Kompani (US)

(72) Inventor: Khupman Timoti L. (US),  
Sivol Nel'son D. (US)

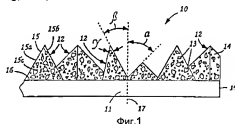
(73) Proprietor:  
Minnesota Majning ehnd Mehnjufekchuring  
Kompani (US)

## (54) ABRASIVE ARTICLE, METHOD AND TOOL FOR ITS PRODUCTION AND USE FOR FINISHING TREATMENT OF PRODUCTS

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering.  
SUBSTANCE: abrasive article is in the form of sheet. Located on its working surface is multiplicity of abrasive composite pieces which are precision in shape, but not all precision shapes are similar. Described in invention are method and working tool for manufacture of abrasive article. Abrasive tool is intended for finishing treatment of products with high productive capacity and relatively high cleanliness of treated surface without leaving any marks or scratches on treated surface. Due to different dimensions of adjacent composite

pieces of precision shape, stopped and/or prevented is occurrence of vibration resonance. This adds to higher productive capacity and to higher cleanliness of worked surface. EFFECT: higher efficiency. 19 cl, 8 dwg, 2 ex, 1 tbl



RU 2 124 978 C1

RU 2 124 978 C1



(19) RU (11) 2 124 978 (13) C1  
(51) МПК<sup>6</sup> B 24 D 11/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 96107412/02, 21.01.1994

(30) Приоритет: 13.09.1993 US 08/120300

(46) Дата публикации: 20.01.1999

(56) Ссылки: 1. US 5107626 A, 28.04.92. 2. US 5152917 A, 06.10.92. 3. SU 1710325 A1, 07.02.92. 4. SU 1437204 A1, 15.11.88. 5. SU 1349984 A1, 07.11.87.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 13.04.96

(87) Публикация РСТ:  
WO 95/07797 (23.03.95)

(98) Адрес для переписки:  
103051 Москва, Цветной б-р 25, стр.3, Степто  
Энд Джонсон Компани Патентному поверенному  
Безруковой О.М.

(71) Заявитель:  
Миннесота Майнинг энд Мэнофактуринг  
Компани (US)

(72) Изобретатель: Хупман Тимоти Л. (US),  
Сивол Нельсон Д. (US)

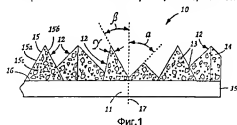
(73) Патентообладатель:  
Миннесота Майнинг энд Мэнофактуринг  
Компани (US)

(54) АБРАЗИВНОЕ ИЗДЕЛИЕ, СПОСОБ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА, СПОСОБ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ  
ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ И РАБОЧИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к абразивному изделию с высокой производительностью обработки и высокой чистотой обрабатываемой поверхности. Изобретение относится также к абразивному изделию, имеющему листовую форму, на рабочей поверхности которого размещено множество абразивных композитов, имеющих прецизионные формы, причем не все эти прецизионные формы одинаковы. Изобретение относится также к способу производства абразивного изделия, рабочему инструменту, используемому для производства абразивного изделия, а также способу использования такого абразивного инструмента для сокращения процесса чистовой обработки. Абразивное изделие по настоящему изобретению имеет высокую производительность обработки и

одновременно дает относительно высокую чистоту поверхности обрабатываемой детали, не оставляя на ней риск. В настоящем изобретении разные размеры соседних абразивных композитов прецизионной формы прекращают и/или предотвращают возникновение вибрационного резонанса, что дает высокую производительность обработки и хорошую чистоту поверхности с меньшим числом "дуби" в дополнение к уменьшению числа риск. 4 с. и 15 з.п. ф-лы, 8 ил., 1 табл.



RU 2 124 978 C1

RU 2 124 978 C1

Данное изобретение относится к абразивному изделию, имеющему листовую форму, на рабочей поверхности которого размещено множество абразивных композитов, имеющих прецизионные формы, причем не все эти прецизионные формы одинаковы. Изобретение относится также к способу производства абразивного изделия, рабочему инструменту, используемому для производства абразивного изделия, а также способу использования такого абразивного инструмента для сокращения чистовой обработки.

Как правило, в абразивных изделиях используется либо множество абразивных частиц, скрепленных вместе и образующих единую структуру (т.е. шлифовальные круги), либо множество отдельных абразивных частиц, нанесенных на общую подложку (т.е. изделия с абразивным покрытием). Хотя подобные абразивные инструменты и используются уже много лет для притирки и чистовой обработки деталей, проблемы в этой области техники все еще остаются.

Например, одной из насущных проблем, стоящих перед промышленностью абразивных инструментов, является обратная зависимость между производительностью обработки (т.е. количеством удаленного с обрабатываемой детали материала за единицу времени) и чистотой обработки поверхности детали. В результате трудно сконструировать абразивное изделие, которое при относительно высокой производительности обработки одновременно обеспечивало бы высокое качество чистовой обработки шлифуемой детали. Этим объясняется наличие на рынке широкого диапазона абразивных инструментов, в которых используются абразивные материалы от крупнозернистых (т.е. с относительно большими размерами абразивных частиц) до мелкозернистых (т.е. с относительно малыми размерами абразивных частиц). Раздельное и последовательное использование абразивных инструментов с различными по размерам абразивными частями позволяет до некоторой степени добиться хороших конечных результатов, т.е. производительности обработки и качества чистоты поверхности, однако такая технология производства и требует больших затрат времени. Разумеется, промышленности было бы гораздо удобней и хотелось бы иметь один-единственный абразивный инструмент, который обеспечивал бы как высокую производительность, так и высокую чистоту обработки.

В дополнение к этому промышленность абразивных инструментов было бы желательно получить абразивный инструмент, который обеспечивал бы равномерную чистоту поверхности детали, уменьшая или предотвращая образование рисок и/или "дроби". Термин "образование рисок" относится к явным нежелательным канавкам на поверхности детали, увеличивающим показатели шероховатости поверхности (Ra). Показатель Ra - это среднее арифметическое значение глубины следов механической обработки. Обычно канавки (если таковые имеются) идут по поверхности детали в направлении относительного перемещения абразивного

изделия по отношению к поверхности детали. Термин "дрось" означает образование на поверхности детали нежелательных повторяющихся следов дрожания инструмента. Обычно эти следы появляются через равные интервалы в направлении, перпендикулярном направлению движения абразивной ленты.

Несмотря на различные попытки создать новые усовершенствованные абразивные инструменты, до сих пор не найдено полного решения описанных выше проблем. Хотя в приведенных ниже описанных материалах и описано множество абразивных изделий, ни одно из них полностью и удовлетворительно не решает этих проблем.

Например, в патенте США N 2115897 (Wooddell и др.) предложено абразивное изделие, имеющее подложку, на которой закреплено на клею множество блоков из связанных абразивных материалов. Эти блоки абразивных материалов могут быть прикреплены к подложке на клею в заданном порядке.

В патенте США N 2242877 (Albertson) описан способ изготовления прессованного шлифовального круга. Способ заключается в заделке абразивных частиц в слое связующего, которое наносится на волоконную подложку. Затем для получения прессованного шлифовального круга используется пресс-форма, с помощью которой при нагреве и под давлением кругу придается желаемый рисунок и распределение по толщине слоя абразивных частиц. Сформованная поверхность шлифовального круга имеет заданный рисунок рабочей поверхности, обратный профилю пресс-формы.

В патенте США N 2755607 (Haywood) описана абразивная шкурка, у которой имеются выпуклые и углубленные абразивные участки, которые могут иметь прямолинейную или извилистую форму. На лицевую поверхность подложки наносится клеящее покрытие, которое затем обрабатывается гребенкой для создания на поверхности клеящего покрытия рисунка пиков и впадин. Haywood указывает, что предпочтительно ширина и высота этих пиков и впадин должны быть одинаковы, однако они могут отличаться друг от друга. Далее на впадины и пики клеящего слоя равномерно наносятся зерна абразивного материала, после чего клеящий слой отверждают. Haywood использует абразивный материал в виде индивидуальных зерен, которые в клеящем слое не образуют агломератов с другими зернами. Следовательно, индивидуальные абразивные зерна имеют неправильную, неprecизионную форму.

В патенте США N 3048482 (Hursi) описано абразивное изделие, состоящее из подложки, системы вяжущих материалов и абразивных гранул, которые закрепляются на подложке с помощью системы связующих материалов. Абразивные гранулы представляют собой композит, состоящий из абразивных зерен и связующего, не зависящего от связующей системы. Абразивные гранулы имеют трехмерную форму, предпочтительно форму пирамиды. При изготовлении этого абразивного изделия в первую очередь получают путем формирования гранулы. Затем в пресс-форму помещают подложку,

связующую систему и абразивные гранулы. В пресс-форме имеются расположенные в определенном порядке впадины, в результате чего абразивные гранулы располагаются на подложке в заданном порядке.

Патент США N 3605349 (Anthon) относится к притирочным абразивным инструментам. Связующее и абразивные зерна смешиваются вместе, а затем через сетку распыляются на подложку. Наличие сетки приводит к созданию абразивного покрытия определенного рисунка.

Заявка Великобритании N 2094824 (Moore) относится к притирочному пленке с определенным рисунком. Готовится абразивная суспензия, которая затем наносится на пленку через трафарет, образуя отдельные абразивные участки. Затем смолу или связующее отверждают. Трафарет может быть изготовлен из шелка, бумаги, проволоки или сетки.

Патент США N 4644703 (Kaszmarek и др.) относится к притирочному абразивному изделию, состоящему из подложки и абразивного покрытия, закрепленного на этой подложке. Абразивное покрытие представляет собой суспензию мелкозернистого абразивного материала и связующего, которая отверждается путем свободнорадикальной полимеризации. Абразивному покрытию может быть придан рисунок с помощью валика для ротационной глубокой печати.

Патент США N 4773920 (Chasman и др.) относится к притирочному абразивному изделию, состоящему из подложки и абразивного покрытия, закрепленного на этой подложке. Абразивное покрытие представляет собой суспензию мелкозернистого абразивного материала и связующего, которая отверждается путем свободнорадикальной полимеризации. Абразивному покрытию может быть придан рисунок с помощью валика для ротационной глубокой печати.

В патенте США N 4930266 (Calhoun и др.) описано имеющее определенный рисунок абразивное покрытие, в котором прочно сцепленные абразивные гранулы располагаются практически в одной плоскости с заданными расстояниями между гранулами в боковом направлении. В этом изобретении абразивные гранулы наносятся на подложку методом "бомбардировки", в результате чего каждая гранула наносится на подложку практически индивидуально. При этом получается абразивное покрытие со строго регулируемым расположением абразивных гранул.

Патент США N 5014468 (Ravipati и др.) относится к притирочной пленке, предназначенной для использования в офтальмологии. Притирочная пленка представляет собой распределенные в определенном порядке абразивные зерна, диспергированные в связующем, отверждение которого производится облучением. На покрытии с рисунком имеется множество отдельных трехмерных выпуклостей, ширина которых уменьшается по мере удаления от подложки. Для получения поверхности с рисунком абразивную суспензию наносят на валик для ротационной глубокой печати, затем слой снимают с валика и облучением отверждают

смолу.

Патент США N 5015266 (Yamamoto) относится к листовому абразивному изделию, которое получают путем равномерного нанесения на рельефный лист суспензии абразивного материала и клея. Полученное абразивное покрытие имеет приподнятые и опущенные абразивные участки, образовавшиеся за счет поверхностного натяжения суспензии и соответствующие неравномерностям листа подложки.

В патенте США N 5107626 (Misco) описан способ получения рисунка на поверхности подложки путем шлифовки абразивного покрытия, включающего множество абразивных композитов прецизионной формы. Абразивные композиты не располагаются в случайном порядке, а сами абразивные композиты представляют собой множество абразивных гранул, диспергированных в связующем.

В патенте США N 5152917 (Pierer и др.) описано изделие с абразивным покрытием, которое обеспечивает как относительно высокую производительность обработки, так и относительно высокую чистоту поверхности детали. Структурированный абразив по Pierer и др. представляет собой абразивные композиты прецизионной формы, которые закреплены на подложке в правильном порядке. Постоянство профиля абразивных композитов, обеспечиваемое абразивной структурой по Pierer и др., помогает получить, помимо прочего, равномерную чистоту поверхности обрабатываемой детали.

В заявке Японии N S63-235942, опубликованной 23 марта 1990 г., описан способ изготовления притирочной пленки, имеющей определенный рисунок. В инструменте для изготовления пленки имеется сеть впадин, в которую вводят абразивную суспензию. Затем на инструмент накладывают подложку и производят отверждение связующего, входящего в состав абразивной суспензии. Далее полученную абразивную пленку снимают с инструмента. Отверждение связующего может производиться облучением или нагревом.

В заявке Японии N JP 4-159084, опубликованной 2 июня 1992 г., описан способ изготовления притирочной ленты. Абразивная суспензия, состоящая из абразивных зерен и отверждаемой электронным лучом смолы, наносится на поверхность валика для глубокой печати или лист, имеющий сеть впадин. Затем абразивную суспензию подвергают облучению электронным лучом, который отверждает связующее, а полученную притирочную ленту снимают с валика.

В заявке США N 07820155 (Calhoun), поданной 13 января 1992 г. и переуступленной владельцу данной заявки, описан способ изготовления абразивных изделий. Абразивная суспензия вводится в выемки рельефной основы. Полученным полубразитом ламинируют подложку, а затем производят отверждение связующего, входящего в состав абразивной суспензии. Далее удаляют рельефную основу, и абразивная суспензия закрепляется на подложке.

В патенте США N 5219462 (Bruzvoort и др.) описан способ изготовления абразивного изделия. Абразивной суспензией

RU 2 1 2 4 9 7 8 C 1

RU 2 1 2 4 9 7 8 C 1

покрываются практическими только выемки рельефной подложки. Абразивная суспензия состоит из связующего, абразивных зерен и всплывающего агента. После нанесения покрытия связующее отвердевает и активирует всплывающийся агент. В результате суспензия всплывает над поверхностью рельефной подложки.

В заявке США N 08/004929 (Spurgeon и др.), поданной 14 января 1993 г. и переуступленной владельцу настоящей заявки, описан способ изготовления абразивного изделия. В одном из аспектов данной заявки абразивную суспензию наносят в выемки рельефной подложки. Для отверждения связующего производят облучение лучистой энергией подложки и абразивной суспензии.

В заявке США N 08/067708 (Mucci и др.), поданной 26 мая 1993 г. и переуступленной владельцу настоящей заявки, описан способ полировки обрабатываемой детали структурированным абразивом. Структурированный абразив состоит из множества абразивных композитов прецизионной формы, закрепленных на подложке. Во время полировки структурированный абразив вибрирует.

В рекламном объявлении, распространенном фирмой "Lenox", описано использование ножовочных полотен, у которых в качестве режущей кромки применяются зубья переменного шага. Эти полотна, получившие название "Lenox Hackmaster V Vari-Tooth Power Hack Saw Blades", обеспечивают равномерное резание и бесшумную работу. В соответствии с описанием эти ножовочные полотна пригодны для резки металлических прутков, сопряженных обрабатываемых деталей, а также при работе с отверстиями, прорезами или разломами. В описании не содержится указаний, что это ножовочное полотно может быть приспособлено для фрикционной абразивной обработки между двумя трущимися поверхностями, включая сложные трехмерные рабочие поверхности. В публикации фирмы "LENOX" не упоминаются и средства, необходимые для осуществления такой обработки.

Хотя некоторые абразивные изделия, изготовленные в соответствии с описанными выше патентами (а именно: по патенту Pierer и др.), должны были давать как высокую производительность обработки, так и относительно высокую чистоту обрабатываемой поверхности, было обнаружено, что при обработке этими абразивными изделиями на поверхностях деталей образуются риски. Например, многие абразивные изделия имеют ограничения по направлению движения относительно рабочей поверхности обрабатываемой детали, т.е. эти изделия нельзя использовать для обработки в любом направлении. Если абразивный инструмент используется неправильно (случайно или по халатности), т.е. если абразивный инструмент не сориентирован правильно относительно обрабатываемой поверхности, это, помимо прочего, может вызвать появление рисков на обрабатываемой поверхности.

Отсюда следует, что промышленность абразивных инструментов высоко оценит универсальное абразивное изделие с высокой

производительностью обработки и высокой чистой обрабатываемой поверхности, не приводящее к образованию рисков и более приспособленное к широкому диапазону условий абразивной обработки.

Данное изобретение относится к абразивному изделию с высокой производительностью обработки и высокой чистой обрабатываемой поверхности. Изобретение относится также к абразивному изделию, имеющему листовую форму, на рабочей поверхности которого размещено множество абразивных композитов, имеющих прецизионные формы, причем не все эти прецизионные формы одинаковы. Изобретение относится также к способу производства абразивного изделия, рабочему инструменту, используемому для производства абразивного изделия, а также способу использования такого абразивного инструмента для сокращения чистой обработки.

В одном из вариантов реализации данное изобретение относится к абразивному изделию, имеющему листовую форму, на рабочей поверхности которого в конкретных местах закреплено множество абразивных трехмерных композитов, состоящих из диспергированных в связующем абразивных частиц, имеющих прецизионную форму, определяемую практически различными и различными границами, которые имеют конкретные размеры, причем не все прецизионные формы являются идентичными.

В другом варианте реализации изобретения практически все упомянутые выше абразивные композиты существуют в виде пар. В каждую пару входят два не сопрягающихся композита, один абразивный композит имеет форму, отличающуюся от формы соседнего абразивного композита.

Еще один вариант реализации данного изобретения относится к абразивному изделию, у которого описанные выше абразивные композиты включают первый абразивный композит, имеющий первую прецизионную форму и конкретные размеры, и второй абразивный композит, имеющий вторую прецизионную форму и вторые конкретные размеры, причем размеры первого и второго композитов не идентичны.

В еще одном варианте реализации изобретения у абразивного изделия каждый из описанных выше абразивных композитов (первый и второй) имеет границы, определяемые по меньшей мере четырьмя плоскими поверхностями, причем соседние плоские поверхности пересекаются, образуя кромку определенной длины, причем по меньшей мере одна кромка первого композита отличается по длине от всех кромок второго композита. Еще в одном варианте реализации изобретения длина по меньшей мере одной кромки первого композита отличается от длины любой кромки второго композита в соотношении от 10:1 до 1:10, исключая 1:1.

В другом варианте реализации изобретения упомянутые первый и второй абразивные композиты абразивного изделия имеют первую и вторую геометрические формы, не являющиеся идентичными. Например, упомянутые выше первая и вторая геометрические формы могут быть выбраны

RU 2 1 2 4 9 7 8 C 1

RU 2 1 2 4 9 7 8 C 1

из различных элементов группы геометрических фигур, включающих кубы, призмы, конусы, усеченные конусы, цилиндры, пирамиды и усеченные пирамиды.

В еще одном из вариантов абразивного изделия по настоящему изобретению каждый абразивный композит имеет границы, определяемые по меньшей мере четырьмя плоскими поверхностями, причем соседние плоские поверхности пересекаются, образуя угол пересечения этих плоскостей, причем по меньшей мере один угол пересечения первого абразивного композита отличается от всех углов пересечения плоскостей второго композита. В предпочтительном варианте реализации изобретения ни один из углов пересечения плоских поверхностей первого абразивного композита не должен быть равен  $0^\circ$  или  $90^\circ$ . В еще одном варианте реализации изобретения практически все абразивные композиты имеют пирамидальную форму.

В другом предпочтительном варианте реализации изобретения поверхность абразивного изделия имеет направление обработки и две противоположные кромки. Каждая боковая кромка параллельна оси подачи инструмента, и каждая боковая кромка лежит в первой и второй обрабатываемых плоскостях, каждая из которых перпендикулярна поверхности. На фиксированных местах поверхности размещено множество параллельных удлиненных абразивных ребер, каждый из которых имеет продольную ось, проходящую через его центр и идущую по обрабатываемой линии до пересечения с первой или второй плоскостями, причем угол пересечения никогда не может быть равен  $0^\circ$  или  $90^\circ$ . Каждый абразивный гребень состоит из множества упомянутых выше трехмерных абразивных композитов, которые, чередуясь, располагаются вдоль продольной оси.

Еще в одном варианте реализации абразивного изделия по настоящему изобретению упомянутое выше множество параллельных удлиненных абразивных ребер представлено в виде первой и второй групп, причем первая и вторая группы размещены без перекрытия ни в направлении обработки, ни в направлении, перпендикулярном направлению обработки, причем продольная ось по меньшей мере одного абразивного ребра первой группы идет по обрабатываемой линии, которая пересекается по меньшей мере с одной обрабатываемой линией, служащей продолжением продольной оси абразивного ребра второй группы.

Еще в одном варианте реализации абразивного изделия по настоящему изобретению у каждого абразивного ребра имеется периферический конец, удаленный от поверхности. Каждый периферический конец идет до третьей обрабатываемой плоскости, удаленной от поверхности и параллельной ей. Например, в одном из вариантов реализации изобретения абразивные композиты имеют одинаковую высоту, замеренную от поверхности до периферического конца, причем эта высота колеблется от приблизительно 50 мкм до приблизительно 1020 мкм.

В другом предпочтительном варианте реализации изобретения абразивные

композиции закреплены на основной поверхности с плотностью от примерно 100 до примерно 10000 абразивных композитов на квадратный сантиметр. Еще в одном варианте реализации изобретения практически вся площадь основной поверхности покрыта абразивными композитами.

Другой вариант реализации изобретения относится к способу изготовления описанного здесь абразивного изделия. Способ включает следующие этапы:

(а) подготовка абразивной суспензии, которая включает множество абразивных частиц, диспергированных в исходном связующем;

(б) обеспечение подложки, имеющей переднюю и заднюю поверхности; обеспечение пресс-формы, имеющей множество впадин по меньшей мере на одной ее главной поверхности; каждая впадина имеет прецизионную форму, определяемую различными и различными границами, которые имеют конкретные размеры, причем не все формы прецизионных впадин идентичны;

(в) обеспечение средства впадин абразивной суспензии во множество впадин пресс-формы;

(г) ввод передней поверхности подложки в контакт с пресс-формой с тем, чтобы абразивная суспензия смочила переднюю поверхность подложки;

(д) отверждение исходного состава связующего с целью образования связующего; после отверждения абразивная суспензия превращается во множество абразивных композитов; и

(е) отделение пресс-формы от подложки после отверждения; в результате множество абразивных композитов оказываются закрепленными на подложке, причем каждый композит имеет прецизионную форму, определяемую различными и различными границами, которые имеют конкретные размеры, причем не все формы абразивных композитов идентичны.

Предпочтительно, чтобы все шесть этапов осуществлялись непрерывно, что станет эффективным способом изготовления изделий с абразивным покрытием.

В другом варианте реализации изобретения абразивную суспензию можно не вводить во впадины пресс-формы, а нанести ее на подложку. Затем подложку вводят в контакт с той стороной пресс-формы, на которой имеются впадины, в результате чего происходит заполнение впадин.

Еще в одном варианте реализации изобретения описанный здесь абразивный композит используется для уменьшения шероховатости поверхности обрабатываемой детали в такой последовательности.

(а) описанное выше абразивное изделие вводится во frictionный контакт с поверхностью обрабатываемой детали; и

(б) по меньшей мере один из контактирующих элементов (указанное абразивное изделие или поверхность обрабатываемой детали) перемещается по отношению к другому, в результате чего шероховатость указанной поверхности обрабатываемой детали уменьшается.

Еще в одном из вариантов реализации данное изобретение относится к пресс-форме, предназначенной для

изготовления упруго-эластичного выше абразивного изделия. Инструмент листовой формы имеет множество впадин по меньшей мере на одной его главной поверхности; каждая впадина имеет прецизионную форму, определяемую различными и различимыми границами, которые имеют конкретные размеры, причем не все формы прецизионных впадин идентичны.

Еще один из вариантов реализации изобретения представляет собой способ изготовления шаблона и сам шаблон, который можно использовать для изготовления описанной выше пресс-формы; указанный шаблон имеет главную поверхность, лежащую в первой воображаемой плоскости. Способ изготовления шаблона состоит из следующих этапов:

(1) выбор углов, соответствующих углам левой и правой плоских поверхностей соседних трехмерных форм, причем каждый из указанных углов имеет величину, измеренную между своей плоской поверхностью и плоскостью, перпендикулярной указанной главной поверхности, причем ребро указанной плоской поверхности контактирует с указанной главной поверхностью; углы выбираются следующим образом:

(i) с помощью датчика случайных чисел, способного выбирать значения углов между 0 и 90° (не включая именно эти величины), выбор величины угла (исключая 0 и 90°) правого полуугла первой правой плоской поверхности первой правосторонней трехмерной формы;

(ii) с помощью датчика случайных чисел, способного выбирать значения углов между 0 и 90° (не включая именно эти величины), выбор величины угла первого левого полуугла первой левой плоской поверхности первой левосторонней трехмерной формы, которая находится напротив первой правой плоской поверхности первой правосторонней трехмерной формы;

(iii) следование в первом направлении, идущем вдоль указанной первой воображаемой плоскости до второй левой плоской поверхности второй левосторонней трехмерной формы, находящейся рядом с первой левосторонней трехмерной формой; определение второго левого плоского угла для указанной второй левой плоской поверхности с помощью датчика случайных чисел, способного выбирать значения углов между 0 и 90° (не включая именно эти величины);

(iv) с помощью датчика случайных чисел, способного выбирать значения углов между 0 и 90° (не включая именно эти величины), выбор величины угла второй правой плоской поверхности второй правосторонней трехмерной формы, расположенной напротив указанной второй левой плоской поверхности;

(v) следование в указанном первом направлении до третьей правосторонней трехмерной формы, находящейся рядом с указанной второй правосторонней трехмерной формой;

(vi) повторение (по меньшей мере один раз) этапов (i), (ii), (iii), (iv) и (v) в указанном порядке;

(2) повторение этапа (1) за исключением того, что углы определяются для левой и правой плоских поверхностей соседних

трехмерных форм, находящихся в двух соседних рядах, идущих во втором направлении от указанной первой воображаемой плоскости, причем указанные первое и второе направления пересекаются;

(3) использование средства в целях определения (для заданной ширины) указанной поверхности указанного шаблона) местоположения канавок, которые с помощью механической обработки следует вырезать в шаблоне для получения последовательных пересекающихся канавок, определяющих множество прецизионных трехмерных форм; углы этих форм вычислены на этапах (1) и (2); и

(4) обеспечение режущего устройства для выреза канавок в указанной поверхности указанного шаблона в соответствии с указанными углами, вычисленными на этапах (1) и (2); расположение указанных канавок было определено на этапе (3); в результате механической обработки образуются серии пересекающихся канавок, которые определяют множество прецизионных трехмерных форм, образующихся на указанной поверхности; формы имеют различные и различимые границы и конкретные размеры, причем не все трехмерные формы идентичны. Затем этот шаблон может использоваться для изготовления описанной выше пресс-формы. Это может быть сделано путем нанесения на поверхность шаблона расплавленного полимера, отверждения полимера и удаления пресс-формы, поверхность которой имеет впадины, которые по форме являются ответными по отношению к выступам поверхности шаблона.

В этом варианте реализации изобретения предпочтительно, чтобы левый и правый полууглы выступов, образованных на поверхности шаблона, имели значения между 8 и 45°, а трехмерные формы представляли собой пирамиды.

Остальные особенности, преимущества и элементы изобретения станут более понятными из следующих ниже описаний рисунков и предпочтительных вариантов реализации изобретения.

На фиг. 1 показан в разрезе вид с торца на абразивное изделие по одному из вариантов реализации данного изобретения.

На фиг. 2 показан в разрезе вид с торца на абразивное изделие по другому варианту реализации данного изобретения.

На фиг. 3 показан вид сбоку на схематическое изображение устройства, используемого для изготовления абразивного изделия в соответствии с данным изобретением.

На фиг. 4 показан вид сбоку на схематическое изображение альтернативного устройства, используемого для изготовления абразивного изделия в соответствии с данным изобретением.

На фиг. 5 показана микрофотография верхней поверхности абразивного изделия в соответствии с настоящим изобретением, 45-кратное увеличение получено с помощью сканирующего электронного микроскопа. На поверхности изделия имеются абразивные композиты высотой 355 мкм, имеющие пирамидальную форму различных размеров.

На фиг. 6 показана микрофотография верхней поверхности полипропиленовой



пресс-формы в соответствии с настоящим изобретением; 25-кратное увеличение получено с помощью сканирующего электронного микроскопа. На поверхности изделия имеются впадины глубиной 355 мкм, имеющие пирамидальную форму различных размеров.

На фиг. 7 показан вид сверху на схематическое изображение пресс-формы в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 8 показан вид сверху на схематическую топографию абразивного изделия в соответствии с настоящим изобретением; все абразивные композиты имеют пирамидальную форму, причем соседние композиты имеют равную высоту, но различные боковые углы.

Абразивное изделие по настоящему изобретению имеет высокую производительность обработки и одновременно дает относительно высокую чистоту поверхности обрабатываемой детали, не оставляя на ней рисунок. Хотя в настоящее время мы не хотим связывать это с какой-либо теорией, существует гипотеза, что распределение по поверхности изделия абразивных композитов с определенным шагом (т.е. сетки абразивных композитов, идентичных по своим размерам) может привести к вибрационному резонансу, при котором рабочая поверхность абразивного изделия может достичь состояния резонансных колебаний. Это может вызвать проблемы с шероховатостью поверхности обрабатываемой детали, известной под названием "дроби" (следы вибрации). Как мы полагаем, в настоящем изобретении разные размеры соседних абразивных композитов прецизионной формы прекращают и/или предотвращают возникновение вибрационного резонанса, что дает высокую производительность обработки и хорошую чистоту поверхности с меньшим числом "дrossи" в дополнение к уменьшению числа рисок.

В контексте данного изобретения выражение "прецизионная форма" или аналогичные выражения означают применительно к описанию абразивных композитов, что абразивный композит имеет форму, которая получена утверждением утверждающегося связующего в смеси с абразивными частицами в то время, как эта смесь находится в контакте с подложкой и одновременно заполняет впадины на поверхности пресс-формы. Такой абразивный композит "прецизионной формы" будет иметь точно такую же форму, что и впадина. Кроме того, прецизионная форма абразивного композита определяется относительной гладкостью его сторон, которые при пересечении образуют хорошо сформированные острые крошки. Эти крошки имеют различную длину и различные концы, определяемые пересечением различных сторон, причем по меньшей мере один из указанных абразивных композитов имеет по меньшей мере один размер, который будет отличаться от такого же размера соседнего абразивного композита или композитов.

В контексте данного изобретения термин "граница" применительно к описанию абразивных композитов означает открытые поверхности и крошки каждого абразивного

композиита, которые ограничивают и определяют фактическую трехмерную форму каждого композита. Эти различные и различные границы хорошо видны при рассмотрении под микроскопом (например, сканирующим электронным микроскопом) среза абразивного изделия в соответствии с настоящим изобретением. Различные и различные границы каждого абразивного композита образуют профиль и контуры прецизионных форм в соответствии с настоящим изобретением. Эти границы отделяют и отличают один абразивный композит от другого даже в случаях, когда абразивные композиты граничат друг с другом своими основаниями. Для сравнения, у абразивных композитов, не имеющих прецизионной формы, границы и крошки не являются определенными, т.е. абразивные композиты проседают до завершения их отверждения.

В контексте данного изобретения термин "размер", используемый в связи с определением абразивных композитов, означает меру пространственной протяженности, такую как длина крошки боковой поверхности (включая основание) формы, связанной с абразивным композитом; либо "размер" может означать величину угла наклона боковой поверхности, выступающей над подложкой. Следовательно, в контексте настоящего изобретения "размер" это то, что "отличает" два различных абразивных композита и означает, что длина крошки или угол, образованный пересечением двух плоских поверхностей первого абразивного композита, никогда не совпадает по величине с любой длиной крошки или углом, образованных пересечением плоских поверхностей второго абразивного компонента в сетке их размещения. В предпочтительном варианте реализации изобретения эти первый и второй абразивные композиты могут быть соседними.

В контексте данного изобретения термин "геометрическая форма" означает основную категорию обычных трехмерных геометрических тел, например куб, пирамиду, конус, цилиндр, усеченную пирамиду, усеченный конус и так далее.

В контексте данного изобретения термины "примыкающий композит" или "примыкающие композиты" или подобные выражения означают по меньшей мере два соседних композита, между которыми по прямой нет какой-либо другой композитной структуры.

На приведенной в иллюстративных целях фиг. 1 показан вид сбоку на абразивное изделие 10. Подложка 11 имеет два противоположных боковых края 19 (один не показан). Ось направления обработки (не показана) будет проходить параллельно боковому краю 19, а множество абразивных композитов 12 закреплено по крайней мере на верхней поверхности 16 подложки. Абразивные композиты 12 состоят из множества абразивных частиц 13, диспергированных в связующем 14. Каждый абразивный композит имеет различную прецизионную форму. Предпочтительно, чтобы до начала рабочего использования абразивного изделия абразивные частицы не выступали за границы плоских поверхностей 15. Когда покрытое абразивом изделие используется для шлифовки поверхности,

композиаты ломаются и обнажаются неиспользованные абразивные частицы.

В одном из вариантов реализации данного изобретения, а именно когда абразивные композиаты расставлены с постоянным шагом (постоянное расстояние между пиками) примыкающих абразивных композиатов), понятие "примыкающий композиат" будет включать один ближайший соседний композиат или множество ближайших соседних композиатов, отстоящих на равном расстоянии от этого абразивного композиата, который имеет отличные от них размеры. Однако в другом варианте реализации изобретения, когда абразивные композиаты размещены с переменным шагом, существует возможность того, что "примыкающий композиат" не обязательно окажется ближайшим композиатом по отношению к абразивному композиату с другими размерами, если только на прямой линии между этими композиатами нет другой абразивной структуры.

Подложка

В настоящем изобретении подложка может удобно использоваться в качестве поверхности для размещения абразивных композиатов, причем такая подложка имеет лицевую и обратную поверхности. Это может быть обычная подложка для абразивов. К числу таких подложек могут относиться полимерная пленка, грунтованная полимерная пленка, ткань, бумага, вулканизированное волокно, нетканый материал или их сочетание. По желанию подложка может быть упрочнена термопластами, подобными описанным в находящейся в рассмотрении заявке США N 07/811547 (Stout и др.), поданной 20 декабря 1991 г., или может иметь вид бесконечной ленты, подобной описанной в находящейся в рассмотрении заявке США N 07/919541 (Benedict и др.), поданной 20 декабря 1991 г. Для герметизации подложки и/или изменения ее некоторых физических свойств может производиться обработка или обработки подложки. Эти обработки хорошо известны.

На обратной стороне подложки могут иметься средства для ее закрепления. В результате покрытия абразивом подложка может быть закреплена на опорной или упорной подкладке. Таким средством закрепления может служить срабатывающий под давлением клей или петля из ткани. Как вариант может использоваться смешанная система крепления, подобная описанной в патенте США N 5201101 (Rouser и др.).

На обратную сторону абразивного изделия может быть нанесено противопробуковочное или фрикционное покрытие. Такие покрытия, например, представляют собой составы, включающие неорганические частицы (карбонат кальция или кварц), диспергированные в клею. По желанию на абразивное изделие может быть нанесено антистатическое покрытие из таких материалов, как сажа или окись ванадия.

Абразивный композиат.

А. Абразивные частицы.

По гранулометрическому составу абразивные частицы имеют размер в диапазоне от 0,1 до 1500 мкм, обычно в диапазоне от 0,1 до 400 мкм, предпочтительно в диапазоне от 0,1 до 100 мкм и наиболее предпочтительно в диапазоне

от 0,1 до 50 мкм.

Предпочтительно, чтобы абразивные частицы имели твердость не менее 8 по шкале Мооса, а более предпочтительно - выше 9. К числу таких абразивных частиц относятся корунд (включая коричневатый корунд, термобработанный корунд и белый корунд), керамический электрокорунд, зеленый карбид кремния, карбид кремния, хромит, глиноземистая окись циркония, алмаз, оксид железа, окись церия, нитрид бора кубической модификации, карбид бора, гранат и их сочетания.

Термин "абразивные частицы" включает в себя также и одиночные абразивные частицы, связанные вместе и образующие агломерат. Подходящие для настоящего изобретения абразивные агломераты подробно описаны в патентах США NN 4311489 (Kressner); 4652275 (Bloecher и др.) и 4799939 (Bloecher и др.).

К предмету данного изобретения относятся также и нанесение покрытий на абразивные частицы. Такие покрытия могут наноситься в разных целях. В некоторых случаях покрытия увеличивают адгезию со связующим, изменяют обрабатывающие характеристики абразивных частиц и т.п. К числу таких покрытий относятся покрытия, включающие связующие вещества, соли галогенидов, окиси металлов, двуокись кремния, огнеупорные нитриды металлов, огнеупорные карбиды металлов и т.п.

В состав абразивных композиатов могут также входить и частицы-наполнители. По своему гранулометрическому составу они должны быть одного порядка с абразивными частицами. Примерами таких наполнителей служат гипс, мрамор, известняк, кремьен, глинозем, стеклянные шарики, стеклянные бусы, алюмосиликат и т.п.

Б. Связующее

Для образования абразивного композиата абразивные частицы диспергированы в органическом связующем. Органическое связующее может быть термопластичным, но предпочтительно, чтобы оно было термореактивным. Связующее готовят из исходного вещества. В процессе производства абразивного изделия исходное термореактивное связующее подвергают воздействию источника энергии, что инициирует процесс полимеризации или отверждения. Примерами источников энергии могут служить источники тепловой энергии и лучистой энергии, включая электронный луч, ультрафиолетовое излучение и видимый свет. В результате процесса полимеризации исходный состав связующего превращается в отвержденное связующее.

Вместо термореактивного связующего при производстве абразивного изделия можно использовать термопластичный исходный состав связующего. Его охлаждают до температуры, при которой происходит отверждение исходного состава связующего. После отверждения исходного состава связующего получают абразивный композиат.

Обычно связующее абразивного

композиата служит также для приклеивания абразивного композиата к передней поверхности подложки. Однако в некоторых случаях между передней поверхностью подложки и абразивным композиатом может находиться дополнительный клеящий слой.

Существуют два главных класса терморезистивных смол - отверждаемых конденсационных и полимеризующихся присоединением. Предпочтительными исходными связующими являются смолы, полимеризующиеся присоединением, поскольку их легко отверждать под действием лучистой энергии. Полимеризующиеся присоединением смолы могут полимеризоваться за счет катинного или свободнорадикального механизмов. В зависимости от источника энергии и химического состава исходного связующего иногда предпочтительно инициировать полимеризацию с помощью отвердителя, инициатора или катализатора.

К числу типовых исходных связующих относятся фенольные смолы, карбамидоформальдегидные смолы, меламинформальдегидные смолы, акрированные полиуретаны, акрированные эпоксиновые смолы, этиленовонасыщенные соединения, производные аминопластов, имеющие боковые ненасыщенные карбоксильные группы, производные изодиазана, имеющие по меньшей мере одну боковую акрилатную группу, простые виниловые эфиры, эпоксидные смолы и их смеси или сочетания. Термин акрилаты распространяется на акрилаты и метакрилаты.

В качестве связующего для абразивных изделий широко применяются фенольные смолы, что обусловлено их теплофизическими свойствами, доступностью и ценой. Имеются два типа фенольных смол - резол и новолак. У резольной смолы молярное соотношение формальдегида и фенола превосходит или равно 1:1, обычно от 1,5:1,0 до 3,0:1,0. У новолак молярное соотношение формальдегида и фенола меньше чем 1:1. К числу выпускаемых в промышленных масштабах фенольных смол относятся смолы со следующими торговыми наименованиями: "Durez" и "Varcum" фирмы "Occidental Chemicals Corp.", "Resinox" фирмы "Monsanto", "Aerofene" фирмы "Ashland Chemical Co." и "Aerolat" фирмы "Ashland Chemical Co."

Акрированные полиуретаны - это диакрилатные сложные эфиры изодиазатных полиэфиров с концевыми гидроксильными группами. Примерами таких выпускаемых промышленностью акрированных полиуретанов являются UVITHANE 782 фирмы "Morton Thiokol Chemical" и CMD 6600, CMD 8400 и CMD 8805 фирмы "Radcure Specialties".

Акрированные эпоксиновые смолы - это диакрилатные сложные эфиры эпоксинола, например, диакрилатные сложные эфиры дифенилолпропановой эпоксинолы. Примерами таких выпускаемых в промышленных масштабах акрированных эпоксинол являются CMD 3500, CMD 3600 и CMD 3700 фирмы "Radcure Specialties".

Этиленовонасыщенные смолы включают как мономерные, так и полимерные соединения, содержащие атомы углерода, водорода и кислорода, а также факультативно азот и галогены. Обычно в эфирных, полиуретановых, амидных и мочевиновых группах имеются атомы кислорода или азота либо оба вместе. Этиленовонасыщенные соединения

предпочтительно должны иметь молекулярный вес менее 4000 и предпочтительно они должны представлять собой сложные эфиры, полученные при реакции соединений, содержащих алифатические моногидроксильные группы или алифатические полигидроксильные группы, с такими ненасыщенными карбоновыми кислотами, как акриловая кислота, метакриловая кислота, итакановая кислота, кротоновая кислота, изокрононовая кислота, малеиновая кислота и т. п. К числу представительных акрилатных смол относятся метилметакрилат, этилметакрилатстирол, дивинилбензол, винилтолуол, этиленгликольдиакрилат, гександиолдиакрилат, триметилпропантриакрилат, глицеринтриакрилат, пентаэритриттриакрилат, пентаэритритметакрилат, пентаэритриттетраакрилат. К другим этиленовонасыщенным смолам относятся полимерные сложные эфиры моноаллилового спирта, полиаллилового спирта и полиметаллилового спирта, а также такие амиды карбоновых кислот, как диаллилфталат, диаллилдиат и N, N-диаллилдиамид. Другие азотсодержащие соединения включают три(2-окрилопоксиэтил)изоцианурат, 1,3,5-три(2-метилакрилоксиэтил)-s-триазин, акриламид, метилакриламид, N-метилакриламид, N,N-диметилметакриламид, N-винилпирролидин и N-винилпирридин.

У аминопластовых смол на каждую молекулу или олигомер имеется по меньшей мере одна боковая альфа, бета-ненасыщенная карбоксильная группа. Такими ненасыщенными карбоксильными группами могут быть акрилатные, метакрилатные или акриламидные группы. Примерами таких материалов служат N-гидроксиметилакриламид, N, N'-оксиметиленисакриламид, орто и пара акриламидметилированный фенол, акриламидметилированный фенольный новолак и их сочетания. Примеры таких материалов более подробно описаны в патенте США N 4903440 (Larson и др.) и патенте США N 5236472 (Kirk и др.).

Производные изодиазуратов, имеющие по меньшей мере одну боковую акрилатную группу, подробно описаны в патенте США N 4652274 (Boettcher и др.). Предпочтительным изодиазуратным материалом является триакрилат три(оксиэтил)изоцианурата. В состав эпоксидных смол входит окись этилена и они полимеризуются раскрытием кольца. К таким эпоксидным смолам относятся мономерные эпоксинолы и олигомерные эпоксинолы. К числу предпочтительных эпоксидных смол относятся 2,2-ди(4-(2,3-эпоксипропокси)-фенилпропан) (диглицидилэфир дифенолпропана) и промышленно выпускаемые материалы под такими торговыми наименованиями, как "Epon 828", "Epon 1004" и "Epon 1001F" фирмы "Shell Chemical", "DER-331", "DER-332" и "DER-334" фирмы "Dow Chemical". К другим подходящим эпоксидным смолам относятся глицидиловые эфиры фенолформальдегидного новолака

("DEN-431" и "DEN-428" фирмы "Dow Chemical").

В соответствии с настоящим изобретением эпоксидные смолы могут полимеризоваться с использованием катийного механизма с присоединением соответствующих катийных отверждающих агентов. Катионные отверждающие агенты создают источник кислоты, инициирующей полимеризацию эпоксидной смолы. К таким катийным отверждающим агентам могут относиться соль, имеющая ониевый катион, и галоген, имеющий многоатомный анион металла или металлоида. К другим катийным отверждающим агентам относятся соль, имеющая органометаллический многоатомный катион, и галоген, содержащий многоатомный катион металла или металлоида, который подробно описан в патенте США N 4751138 (Tutney и др.) (от колонки 6, строка 65 до колонки 9, строка 45). Другие примеры органометаллических солей и ониевых солей описаны в патенте США N 4985340 (Palazzotto) (от колонки 4, строка 65 до колонки 14, строка 50); Европейских патентных заявках 306161 и 306162. К другим катийным отверждающим агентам относятся ионные соли органометаллических комплексов, в которых металл выбирают из групп IVB, VB, VIB, VIIB и VIIIB. Эти соединения описаны в Европейской патентной заявке 109851.

Применительно к свободнорадикально отверждаемым смолам в некоторых случаях предпочтительно, чтобы абразивная суспензия содержала свободнорадикальный отверждающий агент. Однако в случае, когда источником энергии служит электронный луч, отверждающий агент не нужен, поскольку электронный луч сам генерирует свободные радикалы.

Примерами свободнорадикальных термических инициаторов служат такие перекиси, как перекись бензоила, азосоединения, бензофеноны и хиноны.

Применительно к источниками ультрафиолетового излучения и видимого света эти отверждающие агенты иногда называют фотонициаторами. К числу инициаторов, которые генерируют свободные радикалы при ультрафиолетовом облучении, относятся (но ими не ограничиваются) соединения из групп, включающих органические перекиси, азосоединения, хиноны, бензофеноны, нитросоединения, акрилогалогениды, гидразоны, меркаптосоединения, соединения пирилия, триакрилимидазолы, бисимидазолы, хлоракририазины, простые бензойные эфиры, бензилкетали, тиоксантоны, производные ацетофенона и их смеси. Примеры инициаторов, которые генерируют свободные радикалы при облучении видимым светом, описаны в патенте США N 4735632 (Охтат и др.) по названию "Связующее для абразивных покрытий, содержащее тройную систему фотонициаторов".

Предпочтительным инициатором для использования в сочетании с видимым светом является "Irgacure 369", поставляемый фирмой "Ciba Geigy Corporation".

Весовое соотношение между абразивными частицами и связующим может колебаться от 5 до 95 частей абразивных частиц и от 5 до 95 частей связующего, типовым

соотношением является от 50 до 90 частей абразивных частиц и от 10 до 50 частей связующего.

В. Добавки.

По желанию абразивная суспензия может дополнительно содержать такие добавки, как, например, наполнители (включая интенсификаторы помолла), воскоа, смазки, смачивающие агенты, материалы, регулирующие тиксотропию, поверхностно-активные вещества, пигменты, краски, антистатические агенты, связующие агенты, пластификаторы и суспендирующие агенты. Количество этих материалов выбирается в соответствии с желаемыми свойствами. Их использование может повлиять на износостойкость абразивных композитов. В некоторых случаях в абразивную суспензию намеренно вводят добавки, ухудшающие износостойкость абразивных композитов. При этом удаляются затупленные абразивные частицы и обнажаются новые абразивные частицы.

К числу полезных для данного изобретения наполнителей относятся: карбонаты металлов (такие карбонаты кальция, (как мел, кальцит, мергель, известковый туф, мрамор и известняк), двойная углекислая соль кальция и магния, карбонат натрия, карбонат магния), кремнезем (кварц, стеклянные шарики, стеклянные пузырьки и стекловолноко), силикаты (талк, глины, монтмориллонит, полевой шпат, слюда, силикат кальция, метасиликат кальция, натриевый алюмосиликат, натриевый силикат), сульфаты металлов (сульфат кальция, сульфат бария, сульфат натрия, алюминово-натриевые квасцы), гипс, вермикулит, древесная мука, тригидрат алюминия, сажа, окис металлов (окис кальция или извест, окис алюминия, окис титана) и сульфиты металлов (сульфит кальция).

Термин "наполнители" включает также материалы, известные в промышленности абразивных материалов, как интенсификаторы помолла. Интенсификатор помолла - это сыпучий материал, добавление которого существенно влияет на химические и физические процессы абразивной обработки, существенно повышая их производительность. Примерами химических групп интенсификаторов помолла служат парафины, органические галогениды, соли галогенидов, металлы и их сплавы. Обычно при абразивной обработке органические галогениды разрушаются, образуя галогеноводородную кислоту или газообразные галогеносодержащие соединения. К примерам таких материалов относятся такие как хлорированные парафины, как тетрафторнафталин, пентахлорнафталин; и поливинилхлорид. К числу солей галогенидов относятся хлористый натрий, натриевый криолит, аммиачный криолит, калийтетрафторборат, натрийтетрафторборат, фтористый силикоа, хлористый калий, хлористый магний. Примерами металлов могут служить олово, свинец, висмут, кобальт, сурьма, кадмий, железо и титан. К числу других интенсификаторов помолла относятся сера, сераорганические соединения, графит и сульфиды металлов.

Примерами антистатических агентов могут

RU 2 1 2 4 9 7 8 C 1

RU 2 1 2 4 9 7 8 C 1

служить графит, сажа, окиси ванадия, увлажнители и т.п. Эти антистатические агенты описаны в патентах США NN 5061294 (Hamer и др.), 5137542 (Buchanan и др.) и 5203884 (Buchanan и др.).

Связующие агенты могут дополнительно связать исходное связующее с частицами наполнителя или абразивными частицами. Примерами связующих агентов служат силаны, титанаты и циркоалюминаты. Предпочтительно абразивная суспензия содержит примерно от 0,01 до 3 % по весу связующих агентов.

Примером суспендирующего агента служат частицы аморфного кремнезема, площадь поверхности которых составляет менее 150 м<sup>2</sup>/г. Их поставляет фирма "DeGussa Corp." под торговой маркой "OX-50". Форма абразивного композита.

Каждый абразивный композит имеет собственную прецизионную форму. Эта прецизионная форма ограничена различными и различными границами (определения этих терминов были даны выше). Эти различные и различные границы легко разглядеть при изучении под показанным на фиг. 5 микроскопом (сканирующим электронным микроскопом) разреза абразивного изделия, изготовленного в соответствии с настоящим изобретением. Различные и различные границы абразивного композита образуют рельеф или контур прецизионной формы в соответствии с настоящим изобретением. Эти границы разделяют и отличают один абразивный композит от другого, даже когда абразивные композиты имеют у основания общую границу.

Для сравнения следует указать, что у абразивного композита не имеющего прецизионной формы, границы и кройки не различимы, т.е. абразивный композит до завершения твердения проседает. Следовательно, используемое здесь для описания абразивных композитов выражение "прецизионная форма" или подобные выражения означают также, что абразивные композиты имеют форму, которая образуется при отверждении отверждающегося связующего (текучей смеси абразивных частиц и отверждающегося связующего) в условиях, когда смесь одновременно контактирует с подложкой и заполняет впадину на поверхности пресс-формы. Прецизионно сформованный таким образом абразивный композит будет иметь точно такую же форму, что и впадина. Эти впадины в пресс-форме показаны на фиг. 6.

Множество таких композитов образуют трехмерные формы, выступающие над поверхностью подложки, причем их конфигурация обратна конфигурации пресс-формы.

Каждый композит определяется хорошо зафиксированными границами или периметром, а основание границы сопрягается с подложкой, на которой закреплен прецизионно сформованный композит. Остальная часть границы представляет собой инвертированную форму той впадины пресс-формы, в которой проходило отверждение композита. В процессе формирования вся наружная поверхность композита заключена либо в подложку, либо во впадину пресс-формы. Подходящие способы и техника

формирования композитов прецизионной формы описаны в патенте США N 5152917 (Pierge и др.).

Однако настоящее изобретение отличается от патента США N 5152917 (Pierge и др.), помимо прочего, и тем, что предусмотрено использование абразивных композитов, имеющих формы различных размеров. Этот принцип может быть реализован любым удобным способом, а именно: произвольное присвоение по меньшей мере одного изменения в размерах или всем композитам абразивного изделия. Сетка канавок может быть изготовлена на шаблоне алмазным точением. На основе шаблона может быть получена пресс-форма с сеткой впадин, которая, в свою очередь, будет использована для заливки описанной здесь абразивной суспензии и формирования сетки абразивных композитов, форма которых будет обратна впадинам пресс-формы. Как вариант копия желаемого расположения форм абразивных композитов переменных размеров может быть получена на так называемых металлических шаблонах (из алюминия, меди, бронзы) или на пластмассовом шаблоне (из акрилового пластика). После прорезки канавок (алмазным точением) для получения выступающих участков, соответствующих по форме желаемой, заранее определенной форме абразивных композитов, на шаблон может быть нанесено никелевое покрытие. На основе шаблона может быть изготовлена гибкая пластмассовая пресс-форма с использованием способа, описанного в патенте США N 5152917 (Pierge и др.). В результате пластмассовая пресс-форма имеет поверхность с углублениями, обратными по форме абразивным композитам, которые будут в ней формироваться. Как вариант металлический шаблон может быть изготовлен путем алмазной вырезки канавок на поверхности металла, поддающегося алмазному точению (например, алюминий, медь или бронза) с последующим никелированием поверхности с прорезанными канавками. Пример технологии получения абразивных композитов переменных размеров будет более подробно описан ниже.

Что касается строения самих абразивных композитов, то, как показано на фиг. 1, абразивный композит 12 имеет границу 15. Граница или границы формы физического отделяют один абразивный композит от соседнего абразивного композита. В целях формирования индивидуального абразивного композита часть границ, образующих форму абразивного композита, должна быть отделена друг от друга. Обратите внимание, что на фиг. 1 основание или часть абразивного композита, ближайшая к подложке, может соприкасаться с соседним абразивным композитом. Как показано на фиг. 2, абразивное изделие 20 в соответствии с настоящим изобретением состоит из подложки 21, на которой закреплено множество абразивных композитов 22. Абразивные композиты состоят из множества абразивных частиц 23, диспергированных в связующем 24. В этом варианте реализации изобретения между соседними композитами

имеются открытые пространства 25. В предмет данного изобретения входит также вариант, когда часть закрепленных на подложке абразивных композитов стыкуется с некоторыми соседними абразивными композитами, в то время как между другими соседними абразивными композитами имеются открытые пространства.

В некоторых случаях, когда композиты имеют пирамидальную (не цилиндрическую) форму, границы, формирующие стороны формы, являются также плоскостями. У таких плоскостных форм имеется по меньшей мере четыре плоскости (включая три стороны и дно или основание). В зависимости от желаемой геометрии число плоскостей может меняться, например, от четырех до более чем 20. Как правило, это от четырех до десяти плоскостей, а предпочтительно - от четырех до шести плоскостей. Эти плоскости пересекаются, образуя желаемую форму, а углы пересечения плоскостей будут определять размеры этой формы. Как показано на фиг. 1, абразивный композит 12 имеет границу 15, которая является плоскостью. Боковые плоскости 15а и 15b пересекаются под углом  $\gamma$ , а поперечное сечение 15с направлено в сторону читателя и лежит в плоскости этой страницы.

Главная особенность данного изобретения заключается в том, что по меньшей мере один из абразивных композитов отличается по размерам от другого абразивного композита данной сетки. Предпочтительно разные размеры должны быть по меньшей мере у одной пары соседних композитов, а еще более предпочтительно, чтобы разные размеры были у каждой пары соседних композитов на поверхности абразивного изделия. Термин "каждая пара" соседних композитов подразумевает, что каждому композиту на поверхности абразивного изделия может быть произвольно подобрана пара из числа соседних композитов. Как правило, 10% пар соседних композитов имеют отличающиеся друг от друга размеры, предпочтительно таких пар должно быть по меньшей мере 30%, а более предпочтительно - не менее 50%. Наиболее предпочтительно, чтобы практически 100% абразивных композитов отличались по размерам от соседних композитов. В результате различия в размерах абразивных композитов, а именно между соседними парами абразивных композитов, абразивное изделие дает более высокую относительную чистоту поверхности обрабатываемой абразивом детали или детали, подвергнутой повторной чистовой обработке. Благодаря разнице в размерах соседних абразивных композитов уменьшается тенденция оставлять на обрабатываемой поверхности детали риски, которые остаются после обработки абразивными композитами одинаковых размеров. Как правило, если менее 10% пар абразивных композитов имеют соседние композиты, отличающиеся по размерам, то удовлетворительно реализовать основное достоинство изобретения (сокращение появления риска при высокой производительности обработки и высокой чистоте поверхности) не удастся. Целью выбора числа пар соседних абразивных композитов, отличающихся по размерам, является минимизация или сокращение числа

рисков. Процент таких пар по отношению к абразивным композитам будет зависеть от таких факторов, как тип обрабатываемой детали, удельное давление при контакте с обрабатываемой деталью, скорость вращения абразивного изделия и другие типовые условия абразивной обработки.

В соответствии с настоящим изобретением некоторые (но не все) абразивные композиты на поверхности изделия могут иметь идентичные формы. Однако в целях полной реализации преимуществ данного изобретения абразивные композиты, имеющие идентичные формы (если таковые имеются), не должны соседствовать друг с другом или идти друг за другом. Например, два абразивных композита могут иметь одинаковые размеры, но предпочтительно, чтобы между этими двумя абразивными композитами находился по меньшей мере один промежуточный абразивный композит, который по размерам отличается от них.

По меньшей мере один размер по меньшей мере одного абразивного композита должен отличаться от размера другого абразивного композита. Однако в предмет данного изобретения входит и различие двух и более размеров абразивных композитов. Эти размеры могут изменяться самыми различными способами, например, изменением длины кромок на пересечении двух плоских поверхностей, образующих форму композита; изменением угла пересечения двух соседних плоских поверхностей, образующих форму композита; изменением геометрической формы абразивных композитов в целях получения различных длин кромок и/или различных углов.

Если в соответствии с целями данного изобретения для получения различных размеров изменяется длина кромок, то в одном из вариантов реализации изобретения длины или размеры кромок композитов (особенно соседних композитов, имеющих геометрическую форму пирамиды с высотой от 25 до 1020 мкм), как правило, могут меняться по меньшей мере от 1 до 500 мкм, а более предпочтительно от 5 до 250 мкм. В одном из вариантов реализации изобретения по меньшей мере одна кромка первого композита сетки имеет длину, которая отличается от длины любой кромок второго композита в соотношениях от 1:1 до 1:10 (исключая 1:1), причем предпочтительно это должны быть соседние композиты.

В более общем виде, форма абразивного композита в соответствии с настоящим изобретением может быть любой удобной формой, но предпочтительными являются такие правильные трехмерные геометрические формы, как куб, призма (треугольная, четырехгранная, шестигранная и т.д.), конус, усеченный конус (плоская вершина), цилиндр, пирамида, усеченная пирамида (плоская вершина) и т. п. Для обеспечения требуемого различия в размерах геометрическая форма соседних абразивных композитов может отличаться, т.е. за призмой может идти пирамида. В одном из вариантов реализации изобретения все абразивные композиты имеют пирамидальную форму с одинаковой общей высотой в диапазоне от 50 до 1020 мкм, замеренной от подложки.

RU 2 124 978 C1

RU 2 124 978 C1

Предпочтительной геометрической формой является пирамида, причем пирамида может быть четырех- или пятигранной (включая основание). В одном из предпочтительных вариантов реализации изобретения форма всех композитов пирамидальная. Еще более предпочтительным является получение различия в размерах между двумя соседними композитами пирамидальной формы за счет изменения угла, образованного пересечением боковой поверхности соседних пирамид с подложкой. Например, как показано на фиг. 1, углы  $\alpha$  и  $\beta$ , образованные сторонами соседних композитов пирамидальной формы, отличаются друг от друга, причем каждый из них имеет значения от 0° до 90° (не включая 0° и 90°). Предпочтительно, чтобы углы  $\alpha$  или  $\beta$  между боковой поверхностью композита пирамидальной формы и воображаемой плоскостью 17 (фиг. 1), перпендикулярной подложке в месте пересечения соответствующих боковых поверхностей, были больше или равны 8°, но меньше или равны 45°. С практической точки зрения, если углы будут меньше 8°, то это может затруднить отделение отвердившихся композитов от пресс-формы. Вместе с тем, углы свыше 45° неоправданно увеличат пространство между соседними абразивными композитами, в результате чего на этом участке подложки окажется недостаточно абразивное.

Предпочтительно также выбирать размеры углы  $\alpha$  и  $\beta$  (каждый из которых может быть равен от 0° до 90°) таким образом, чтобы они отличались по величине по меньшей мере на 1°, а более предпочтительно - не менее чем на 5°.

Предпочтительно также, чтобы при образовании пирамидальной формы абразивных композитов две боковые поверхности пирамиды пересекались в вершине, образуя в поперечном сечении пирамиды угол  $\gamma$  (см. фиг. 1), который должен быть больше или равен 25° и меньше или равен 90°. Используемые в настоящем изобретении абразивные суспензии и пресс-формы ограничивают минимальную величину этого угла 25°, поскольку с практической точки зрения получить пик или вершину абразивного композита с острым углом менее 25° будет затруднительным. Для более полной реализации преимуществ настоящего изобретения рекомендации по выбору величин углы  $\alpha$  и  $\beta$  следует использовать совместно с приведенными выше рекомендациями по выбору углы  $\alpha$  и  $\beta$  между соседними композитами, различные величины которых выбираются случайно в диапазоне от 0° до 90°.

Кроме того, у любого отдельного абразивного композита не обязательно должны быть одинаковыми углы, под которыми его различные плоские поверхности пересекаются с подложкой. Например, для четырехгранной пирамиды (одно основание и три грани) углы, образованные пересечением с подложкой первой, второй и третьей боковых граней, могут отличаться друг от друга. Естественно, поскольку отличаются углы пересечения граней с подложкой, будут также отличаться углы и пересечения

боковых граней между собой.

Кроме того, в одном из вариантов реализации настоящего изобретения, в котором изменение размеров двух соседних композитов достигается за счет изменения угла наклона плоскостей двух соседних абразивных композитов (углы  $\alpha$  и  $\beta$  фиг. 1), предпочтительно, чтобы выбранные значения углы  $\alpha$  и  $\beta$  не повторялись и не оставались постоянными для всей сетки, что, как полагают, предотвратит возникновения резонансных колебаний между обрабатываемой детально и абразивным изделием. Следовательно, еще более желательно, чтобы углы  $\alpha$  и  $\beta$  в диапазоне от 0° до 90° между одной парой соседних композитов изменялись по отношению к следующей паре соседних композитов по длине и ширине абразивного изделия (см. фиг. 8). Это изменение величин углы  $\alpha$  и  $\beta$  между различными парами соседних композитов в сетке может быть достигнуто любым удобным способом, например, присвоением случайных величин (в диапазоне от 0° до 90°) каждому углу  $\alpha$  и  $\beta$ .

Например, если  $\alpha$  величина правой части угла (фиг. 1) для абразивного композита в одном ряду композитов может быть выбрана случайно в диапазоне 0° - 90°, то случайно выбирается величина  $\beta$  левой части угла, лежащая напротив угла  $\alpha$  для абразивного композита, находящегося во втором ряду композитов. Далее переходит к следующей паре соседних абразивных композитов (в поперечном или продольном направлении) и выбирают случайный новый угол  $\beta$  (в диапазоне от 0° до 90°), а затем случайный новый угол  $\alpha$  (в диапазоне от 0° до 90°), являющийся правой частью угла, лежащего напротив соседнего композита, и так далее по всей сетке абразивных композитов. Такая методика желательна потому, что она обеспечит более равномерное распределение величин углы (в диапазоне от 0° до 90°) по всей сетке абразивных композитов изделия.

Фактический выбор величин углы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  для всей сетки абразивных композитов производится случайно с учетом описанных здесь ограничений. Он может производиться любым удобным способом, например, систематическим высказыванием случайных величин (в пределах установленных ограничений). Этот систематический выбор можно облегчить и ускорить за счет использования обычного компьютера (настольного компьютера), введя в него все описанные ограничения на диапазон и величины углы. Алгоритмы выбора случайных чисел хорошо известны из статистики и вычислительной техники. Их можно приспособить для задач данного изобретения. Например, для выбора значений углы  $\alpha$  и  $\beta$  можно использовать хорошо известный метод линейной конгуээнции для генерирования псевдослучайных чисел. В приложении для примера даны тексты компьютерных программ, которые генерируют случайные числа для выбора значений углы боковых сторон абразивных композитов в соответствии с настоящим изобретением.

В любом случае выбранные для сетки абразивных композитов значения углы могут

использования, определяемая при применении и утверждения схемы размещения и формы впадин, создаваемых алмазно-токарным станком на поверхности металлической пресс-формы или пресс-формы, которая, в свою очередь, будет использована для производства описанным здесь способом изделий с абразивными композитами в соответствии с настоящим изобретением.

В некоторых случаях предпочтительно, чтобы высота и геометрическая форма всех композитов была одинаковой. Эта высота представляет собой расстояние от подложки до самой высокой точки абразивного композита для практического использования абразивного изделия. Если высота и форма остаются постоянными, желательно, чтобы изменились углы между плоскостями.

Для того чтобы достичь высокой чистоты обрабатываемой поверхности, предпочтительно также, чтобы вершины абразивных композитов не выстраивались в одну линию, параллельную направлению механической обработки. Если пики абразивных композитов будут выстроены в колонны, параллельные направлению механической обработки, то это приведет к образованию канавок на обрабатываемой поверхности и увеличению ее шероховатости. Для предотвращения этого предпочтительно, чтобы абразивные композиты были смещены один от другого.

Как правило, на один квадратный сантиметр приходится не менее 5 абразивных композитов. В некоторых случаях число индивидуальных абразивных композитов может достигать 100/см<sup>2</sup> или более, а более предпочтительно - порядка 2000-10000/см<sup>2</sup>. С технологической точки зрения предельной плотности абразивных композитов не существует, хотя с практической точки зрения это окажется невозможным, поскольку не удастся увеличить плотность впадин и/или сформировать впадины прецизионной формы на поверхности пресс-формы, используемой для получения сетки абразивных композитов. Как правило, чем выше плотность абразивных композитов, тем выше производительность абразивного изделия, его долговечность, а также относительная чистота обрабатываемой поверхности детали. Кроме того, с ростом плотности абразивных композитов снижается удельное давление на каждый абразивный композит. В некоторых случаях это приводит к более равномерному износу абразивных композитов.

Способ изготовления абразивного изделия.

Хотя дополнительные сведения о способе производства абразивного изделия в соответствии с настоящим изобретением будут описаны позже, как правило, первый этап изготовления абразивного изделия заключается в приготвлении абразивной суспензии. Приготовление абразивной суспензии заключается в объединении (с использованием соответствующей смесительной техники) исходного связующего, абразивных частиц и факультативных добавок. В качестве смесителей могут использоваться мешалки с малыми и большими сдвиговыми усилиями, хотя предпочтительней пользоваться мешалками с большими сдвиговыми усилиями. Для снижения вязкости абразивной

суспензии на этапе смешения можно применять ультразвуковую обработку. Обычно абразивные частицы постепенно добавляют в исходное связующее. Количество пузырьков воздуха в суспензии можно минимизировать путем создания вакуума на этапе смешения. С этой целью можно использовать обычные способы вакуумирования и соответствующее оборудование.

В некоторых случаях для снижения вязкости абразивной суспензии целесообразно нагреть ее до температуры от 30 до 70°C. Важно, чтобы абразивная суспензия обладала реологическими свойствами, позволяющими ей хорошо растекаться и не дающими выпадать в осадок абразивным частицам и другим наполнителям.

Если используется термореактивное исходное связующее, то в зависимости от его химического состава для его отверждения может использоваться тепловая или лучистая энергия. Если используется термопластичное исходное связующее, то термопластик охлаждают до его отверждения и образования абразивных композитов. Более подробно другие аспекты способа (способов) изготовления абразивных изделий в соответствии с настоящим изобретением будут описаны ниже.

Пресс-форма.

В процессе изготовления абразивного изделия в соответствии с настоящим изобретением особую важность как с практической, так и с теоретической точки зрения имеет пресс-форма. Особенно важны относительно малые размеры абразивных композитов. Пресс-форма содержит множество впадин. Эти впадины имеют форму, обратную форме желаемых абразивных композитов, именно они определяют форму абразивных композитов. Размеры впадин выбирают таким образом, чтобы получить желаемые формы и размеры абразивных композитов. Если формы или размеры впадин выполнены неточно, то получающаяся пресс-форма не даст абразивных композитов желаемых размеров.

Впадины могут быть расставлены в виде отдельных точек с промежутками между ними либо они могут контактировать друг с другом. Отстояние впадин друг от друга облегчает отделение от формы сформованной и отвержденной абразивной суспензии. Кроме того, форму впадин выбирают таким образом, чтобы в своем поперечном сечении абразивный композит уменьшался в направлении от подложки.

В более предпочтительном варианте реализации изобретения пресс-форма имеет две противоположные параллельные боковые стороны, ограничивающие сетку впадин; конфигурация впадин обеспечивает различные размеры соседних (по ширине и/или длине изделия) абразивных композитов, сформованных описанным здесь способом, на определенном участке длины абразивного изделия. Если это будет сочтено желательным и удобным, эта схема размещения отличающихся по форме абразивных композитов может быть повторена по меньшей мере еще один раз или повторяться постоянно по длине и/или ширине абразивного изделия.



На фиг. 7 для примера показан вид сверху на пресс-форму 70, которая может быть использована для производства абразивного изделия в соответствии с настоящим изобретением. Боковые стороны 71 пресс-формы параллельны направлению (не показано) механической обработки пресс-формы и перпендикулярны ширине пресс-формы. Впадины 74 ограничены пересекающимися приподнятыми участками, показанными сплошными линиями 72 и 73. У пресс-формы имеется шесть отличающихся групп впадин: А, В, С, D, Е и F. Внутри каждой группы впадины отцентрированы в параллельных рядах, ограниченных приподнятыми участками 72, причем приподнятые участки 72 и 73 не имеют деформаций (впадин) и представляют собой листовую часть инструмента. Эти группы А-Е размещены по длине формы одна за другой, как это показано на фиг. 7. Расположенные в ряд впадины каждой группы, начиная от точек, наиболее близких к боковым сторонам 71, идут по воображаемым линиям, не параллельным (не под нулевым углом) направлению механической обработки пресс-формы. Причем этот угол изменяется от группы А к группе В, к группе С и так далее до группы F. Углы рядов впадин (и приподнятых участков 72) измеряются по отношению к боковым сторонам 71 и колеблются в диапазоне от 0° до 90°. Если углы рядов впадин принять равными 0° или 90° по отношению к боковым сторонам 71, возникают проблемы с появлением риска. Предпочтительно выбрать углы для рядов впадин в диапазоне от 5° до 85° от направления механической обработки. Это позволит избежать проблем с возникновением риска.

Как показано на фиг. 7, углы рядов впадин предпочтительно должны чередоваться от группы к группе по часовой стрелке или против часовой стрелки.

Абсолютная величина углов между рядами впадин и приподнятыми участками 72 и боковыми сторонами 71 может быть одинаковой или различной.

Изготовленное с помощью пресс-формы 70 описанным здесь способом абразивное изделие будет иметь сетку из абразивных композитов, имеющих форму, обратную профилю поверхности (представленную сеткой впадин) пресс-формы 70. Расположение рядов впадин под углом к технологической опалке таким образом, как это показано на фиг. 7, минимизирует появление риска на поверхности, обработанной абразивным изделием.

Как вариант, впадины пресс-формы могут быть размещены без центровки по рядам, но со смещением одной от другой в направлении, параллельном боковой стороне пресс-формы (не показано). Таким образом, в данном варианте реализации изобретения дан факультативный способ формирования сетки абразивных композитов и промежуточных канавок, которые не идут параллельными рядами к боковым сторонам абразивного изделия. Вместо этого абразивные композиты располагаются в шахматном порядке и, если смотреть со стороны передней части абразивного изделия, не отцентрированы по рядам, параллельным боковым сторонам

абразивного изделия.

Пресс-форма может иметь вид ленты, листа, непрерывного листа или полотна, валика для нанесения покрытий по типу ротационного валика для глубокой печати, втулки, установленной на валик для нанесения покрытий, или штампа. Пресс-форма может быть изготовлена из металла (например, никеля), сплава (например, никелевого сплава), пластмассы (например, полипропилена или акриловой пластмассы) или любого другого легко формующего материала. Металлическую пресс-форму можно изготовить любым обычным способом, например, гравированием, фрезерованием, гальваническим способом, алмазным точением и т.п.

Термопластичная пресс-форма может быть изготовлена снятием отпечатка с металлического шаблона. Металлический шаблон будет иметь форму, обратную желаемой пресс-форме. Металлический шаблон может быть изготовлен практически теми же способами, что используются при непосредственном изготовлении пресс-формы, например, алмазным точением. В случае использования металлического шаблона термопластичный листовый материал можно нагреть (по желанию вместе с шаблоном), а затем сжать две поверхности таким образом, чтобы термопластичный материал повторил рельеф поверхности металлического шаблона. После охлаждения термопластичного материала до отверждения получают пресс-форму. К числу предпочтительных материалов для изготовления пресс-форм относятся полиэфир, поликарбонаты, поливинилхлорид, полипропилен, полиэтилен или их сочетания.

Как вариант, пресс-форма может быть изготовлена непосредственно, без необходимости изготовления гравировки или алмазным точением сетки впадин на шаблоне. Эта пресс-форма будет иметь на поверхности пластмассового листа рельеф, обратный желаемой форме композитов. При использовании термоактивной пресс-формы следует принять меры предосторожности, чтобы не создать избыток тепла (особенно на этапе отверждения), поскольку это может привести к деформации термоактивной пресс-формы. Другие подходящие способы производства технологической опалки и шаблона описаны в одновременной поданной заявке США N 08/004929 (Sprague и др.), от 14 декабря 1993 г.

Например, в соответствии с настоящим изобретением предпочтительный способ изготовления пресс-формы, показанной на фиг. 7, предусматривает использование никелированного шаблона, имеющего форму барабана. На поверхности барабана крепится несколько плоских секций никелированного шаблона, каждая из которых имеет длину порядка 30 см. Эти секции имеют впадины различной формы, которые соответствуют желаемым формам абразивных композитов. Впадины получают алмазным точением на станке, управляемом компьютером. Эти секции металлического шаблона сваривают встык, одну за другой так, чтобы канавки одной секции не шли под нулевым углом по

отношению к канавкам следующей соседней секции. Затем эту цепочку секций крепят на барабане таким образом, чтобы имитирующие композиты выступы шли непрерывно по окружности барабана. Следует принять меры, чтобы в местах стыковки секций не выступали сварные швы. Пресс-форму получают путем экструзии полимерной смолы на барабан и пропуска экструдата между прижимным валиком и барабаном. Затем экструдат охлаждают и получают листовую пресс-форму, на которой имеется сетка впадин, обратная рельефу шаблона на барабане. Этот процесс можно вести непрерывно и получать полимерные инструменты любой желаемой длины.

Источники энергии.

Если абразивная суспензия включает термореактивное связующее, то исходное связующее отверждают или полимеризуют. Как правило, такая полимеризация инициируется под воздействием источника энергии. Это могут быть тепловая энергия или лучистая энергия. Потребное количество энергии зависит от нескольких факторов: химического состава исходного связующего, количества абразивной суспензии, количества и типа абразивных частиц и количества и типа факультативных добавок. При воздействии тепловой энергией температура может колебаться в диапазоне от 30 до 150 °C, обычно между 40 и 120 °C. Время может колебаться от 5 мин. до более 24 ч. Источниками лучистой энергии могут служить электронный луч, ультрафиолетовое излучение или видимый свет. Электронную эмиссию, известную также как ионизирующее излучение, можно использовать с энергетическими уровнями порядка 0,1-10 Мрад, предпочтительно от 1 до 10 Мрад. Ультрафиолетовое излучение относится к некорпускулярным излучениям, имеющим длину волны в диапазоне примерно от 200 до 400 нм. Предпочтительно использовать диапазон от 250 до 400 нм. Мощность источника ультрафиолетового излучения должна обеспечивать 300-600 Вт/двой (120-240 Вт/см). Видимое излучение относится к некорпускулярным излучениям, имеющим длину волны в диапазоне примерно от 400 до 800 нм. Предпочтительно использовать диапазон от 400 до 550 нм. Предпочтительно, чтобы мощность источника видимого излучения обеспечивала 300-600 Вт/двой (120-240 Вт/см).

Один из способов изготовления абразивного изделия в соответствии с настоящим изобретением показан на фиг. 3. Подложка 41 и пресс-форма 46 одновременно выходят из постов подачи 42 и 45 соответственно. Впадины (не показаны), сформированные на верхней поверхности пресс-формы 46, покрываются и заполняются абразивной суспензией с помощью поста покрытия 44. В другом варианте пост покрытия 44 может быть перемещен в другое место и будет наносить покрытие не на пресс-форму, а на подложку 41 до подхода подложки к барабану 43. Все описанные ниже последующие операции будут такими же, как и при нанесении суспензии на пресс-форму. До нанесения покрытия можно снизить вязкость суспензии, для чего ее нагревают (не показано) или подвергают ультразвуковой обработке. Пост нанесения покрытий может

быть любым удобным устройством для нанесения покрытий: устройством с ковочным штампом, устройством с ражелым ножом, устройством для нанесения покрытий поливом, устройством для вакуумного нанесения покрытий или устройством со штампом. При нанесении покрытия следует минимизировать образование пузырьков воздуха. Поэтому предпочтительным является вакуумный способ нанесения покрытий, аналогичный описанному в патентах США NN 3594855, 4559285 и 5077870. После того как на пресс-форму нанесено покрытие любым способом, обеспечивают смачивание верхней поверхности подложки абразивной суспензией. На фиг. 3 абразивная суспензия вводится в контакт с подложкой с помощью контактного натяжного валика 47. Контактный натяжной валик 47 прижимает полученную конструкцию к барабану 43. Далее абразивная суспензия подвергается воздействию любой удобной формы энергии 48, которой должно быть достаточно по крайней мере для частичного отверждения исходного связующего. Термин "частичное отверждение" означает, что исходное связующее полимеризуется до такого состояния, что оно не будет вытекать из перевёрнутой пробирки. Окончательное отверждение исходного связующего может быть произведено с помощью источника энергии после того, как изделие будет снято с пресс-формы. Пресс-форму перематывают на оправку 49, благодаря чему она может быть использована вновь. Абразивное изделие 120 перематывают на оправку 121. Если исходное связующее отверждено не полностью, то его можно отвердить в любое время и/или подвергнуть воздействию любого вида энергии. Дополнительные операции по изготовлению абразивного изделия этим первым способом подробно описаны в патенте США N 5152917 (Pierge и др.) или в упомянутой выше заявке США N 08/004929 (Sprigdon и др.). Там, где это удобно, устанавливают другие направляющие валики, обозначенные на фигурах, как валики 40.

При изготовлении абразивного изделия по этому первому способу предпочтительно отверждать исходное связующее с помощью лучистой энергии. Лучистую энергию можно передавать через пресс-форму или подложку достаточно долго, поскольку они не поглощают большого количества лучистой энергии. Кроме того, лучистая энергия не приводит к заметным повреждениям пресс-формы. Предпочтительней использовать пресс-форму из термореактивного материала и ультрафиолетовое или видимое излучение.

Как уже упоминалось выше, в одном из вариантов этого первого способа абразивная суспензия наносится не во впадины пресс-формы, а на подложку. Покрывая абразивной суспензией подложку вводится в контакт с пресс-формой, в результате чего абразивная суспензия перетекает во впадины пресс-формы. Остальные операции по изготовлению абразивного изделия останутся теми же, что описаны выше.

Второй способ изготовления абразивного изделия проиллюстрирован на фиг. 4. Пресс-формой 55 служит наружная поверхность барабана, т.е. отдельная

листовые накладки (сажаемые на горячую никелевую форму), закрепленные любым удобным способом по окружности барабана. Подложка 51 идет от поста подачи 52, а абразивная суспензия наносится на пресс-форму 55 с помощью поста 53 нанесения покрытия.

Устройство для нанесения абразивной суспензии на подложку может быть любым удобным устройством для нанесения покрытий: устройством с ковочным штампом, валковым устройством, устройством с ракельным ножом, устройством для нанесения покрытий поливом, устройством для вакуумного нанесения покрытий или устройством со штампом. Точно так же перед нанесением покрытия существует возможность снижения вязкости абразивной суспензии за счет ее нагрева или ультразвуковой обработки. При нанесении покрытия следует минимизировать образование пузырьков воздуха. Далее с помощью натяжного валика 56 подложку и содержащую абразивную суспензию пресс-форму вводят в контакт таким образом, чтобы абразивная суспензия смочила верхнюю поверхность подложки. Затем с помощью источника энергии 57 по меньшей мере частично отверждают исходное связующее, входящее в состав абразивной суспензии. После этого по меньшей мере частичного отверждения абразивная суспензия превращается в абразивный композит, который сцеплен или склеен с подложкой. Полученное абразивное изделие 59 отделяют и удаляют с пресс-формы у натяжного валика 58. Затем изделие наматывают на барабан поста приема 60. При этом способе изготовления могут использоваться источники тепловой и лучистой энергии. Если используются ультрафиолетовое или видимое излучение, подложка должна быть прозрачной для ультрафиолетового излучения и видимого света. Примером такой подложки может служить полиэфирная подложка. Там, где это удобно, устанавливают другие направляющие и контактные валики, обозначенные на фигурах, как валики 50.

В другом варианте этого второго способа абразивная суспензия наносится непосредственно на лицевую поверхность подложки, для чего пост нанесения покрытия 53 переносится на участок за валиком 56. Покрытая абразивной суспензией подложка вводится в контакт с пресс-формой, в результате чего абразивная суспензия перетекает во впадины пресс-формы. Остальные операции по изготовлению абразивного изделия остаются теми же, что описаны выше.

После того как абразивное изделие изготовлено, его можно придать другую форму, изогнув его с предварительным увлажнением или без него. Прежде чем пускать абразивное изделие в работу, ему можно придать любую желаемую форму, например конуса, боксенойной ленты, листа, диска и т.д.

Способ чистовой обработки поверхности заготовки.

Другим предметом настоящего изобретения является способ чистовой обработки поверхности заготовки. Этот способ предусматривает введение заготовки

во фрикционный контакт с абразивным изделием в соответствии с настоящим изобретением. Термин "чистовая обработка" означает, что часть поверхности заготовки будет удалена абразивными частицами. Благодаря этому процессу чистовой обработки улучшается чистота поверхности обрабатываемой детали. Чистоту поверхности измеряют показателем шероховатости  $R_a$ , который является средним арифметическим значением глубины следов механической обработки, обычно измеряемых в микродюймах или микронах. Чистоту поверхности можно измерить профилометром, например, имеющимися в продаже под фирменными названиями "Perthometer" или "Surtronic".

Заготовка.

Обрабатываемая заготовка может представлять собой материал любого типа: металл, сплав металла, экзотический сплав металла, керамику, стекло, дерево, древесноподобный материал, композит, окрашенную поверхность, пластмасса, упрочненную пластмассу, камень или их сочетания. Заготовка может быть плоской или иметь кривую форму или контур. Примерами обрабатываемых деталей могут служить стеклянные глазные линзы, пластмассовые глазные линзы, стеклянные телевизионные экраны, металлические автотракторные детали, пластмассовые детали, древесно-стружечные плиты, кулачковые валики, колесчатые валы, фурнитура, лопасти турбин, окрашенные автотракторные детали, магнитные среды и т.д.

В зависимости от области применения усилие на поверхности контакта при абразивной обработке может колебаться от 0,1 кг до более 1000 кг. Предпочтителен диапазон усилий от 1 до 500 кг. Кроме того, в зависимости от области применения при абразивной обработке могут использоваться жидкости. Такими жидкостями могут быть вода или органические соединения. Примерами типовых органических соединений могут служить смазки, масла, эмульгированные органические соединения, смазочно-охлаждающие жидкости, мыла или подобные соединения. Эти жидкости могут также содержать и другие добавки, например пеногасители, обезжирующие вещества, ингибиторы коррозии или подобные соединения. В процессе абразивной обработки абразивное изделие может вибрировать. В некоторых случаях такая вибрация повышает чистоту поверхности обрабатываемой детали.

Эта относительно высокая чистота поверхности достигается благодаря тому, что рядом с абразивным композитом находится абразивный композит, имеющий другие размеры. Поскольку часть абразивных композитов имеет различные размеры, они могут и не выстраиваться в строго отцентрированные ряды, если смотреть на вершины абразивных композитов пирамидальной формы. Например, на фиг. 8 показана топография при виде сверху (и сбоку) абразивного изделия 85, изготовленного в соответствии с настоящим изобретением. На этой фигуре абразивный композит обозначен числом 80, его сторона 82 и вершина 81. Как видно на фиг. 8, в целом пирамидальные формы отцентрированы в

RU 2 1 2 4 9 7 8 C 1

RU 2 1 2 4 9 7 8 C 1

ряды и, следовательно, независимо от различия в боковых размерах соседних абразивных композитов, находящихся друг против друга через канавку, вершины абразивных композитов также отцентрированы. Благодаря такой постановке следы от абразивных композитов на обрабатываемой поверхности постоянно пересекаются. В результате постоянного пересечения ранее оставленных следов в конечном счете достигается высокая чистота поверхности.

Абразивное изделие в соответствии с настоящим изобретением может использоваться вручную или в сочетании со станком. По меньшей мере само абразивное изделие или изделие и обрабатываемая деталь движутся относительно друг друга. Абразивному изделию может быть придана форма ремня, рулона ленты, диска, листа и т. п. Для придания абразивному изделию формы ремня свободные концы абразивного листа соединяют вместе и сращивают. В предмет настоящего изобретения входит также ремень, не имеющий сращивания. Обычно бесконечный абразивный ремень проходит по меньшей мере через один натяжной ролик и планшайбу. Твердость планшайбы определяет производительность абразивной обработки и чистоту обрабатываемой поверхности. Линейная скорость ремня колеблется в диапазоне от 150 до 5000 м/мин, обычно от 500 до 3000 м/мин. Скорость ремня зависит от желаемых производительности обработки и чистоты обрабатываемой поверхности. Ширина ремня может находиться в диапазоне от 5 мм до 1 м, а его длина - от 5 см до 10 м. Абразивные ленты - это абразивные изделия бесконечной длины. Их ширина может колебаться от 1 мм до 1 м, обычно от 5 мм до 25 см. Обычно абразивная лента сматывается с барабана, проходит через опорную подкладку, которая прижимает ленту к обрабатываемой детали, а затем вновь наматывается на барабан. Абразивные ленты можно непрерывно подавать к обрабатываемой поверхности, на них может быть нанесена разметка. Абразивные круги, к числу которых относятся и изделия, которые в промышленности абразивных инструментов называют "ромашками", могут иметь диаметр от 50 мм до 1 м. Обычно абразивные круги крепят соответствующими приспособлениями к упорной подушке. Эти абразивные круги могут вращаться со скоростью от 100 до 20000 об/мин, обычно от 1000 до 15000 об/мин.

Особенности и преимущества настоящего изобретения проиллюстрированы приведенными ниже примерами, не накладывающими никаких ограничений на изобретение. Если не оговорено иное, все доли, проценты и соотношения даны по весу. Методика эксперимента.

В дальнейшем используются следующие сокращения:

TMPTA: триметилпропантриакрилат;  
TATHEIC: триакрилат  
три(гидроксизил)диэтанурата;  
PH2:

2-бензил-2-N,N-диметиламмоний-1-(4-морфолино Фенил)-1- бутанол; промышленно выпускается фирмой "Ciba Geigy Corp." под фирменным названием "Irgacure 369";  
ASF: наполнитель из аморфного

кремнезема, промышленно выпускается фирмой "DeGussa" под фирменным названием "OX-50"

FAO: сплавленный термообработанный глинозем;

WAO: белый сплавленный глинозем; и  
SCA: силиконовый связывающий агент, 3-мегаокси- пропилтриметилглюксилан, промышленно выпускается фирмой "Union Carbide" под фирменным названием "A-174".

Общая методика изготовления абразивного изделия.

Была приготовлена абразивная суспензия, содержащая 20,3 части TMPTA, 8,7 частей TATHEIC, 0,3 части PH2, 1 часть ASF, 1 часть SCA и 69 частей FAO марки P-320. Суспензию перемешивали в мешалке с высокими сдвигающими усилиями в течение 20 мин при 1200 об/мин.

Пресс-форма представляла собой бесконечное полотно, изготовленное из пропиленового листового материала, промышленно выпускаемого фирмой "Exxon" под фирменным названием "PolyPro 3445". Пресс-форма была изготовлена на основе никелированного шаблона. Шаблон был изготовлен алмазным точением канавок и впадин различных размеров в соответствии с компьютерными программами, описанными в ПРИЛОЖЕНИИ, а затем никелирован. В ПРИЛОЖЕНИИ включены тексты четырех исходных компьютерных программ. Первая программа с названием "VARI-1.BAS" генерирует случайные значения левых и правых углов боковых поверхностей пятигранной пирамиды, а также углы граней этой пирамиды. Вторая программа с названием "VARI-STAT.BAS" статистически подгоняет число и значения левых и правых углов, а также углов граней к сетке прямоугольных координат и проверяет их случайность. Третья программа с названием "TOPVIEW.BAS" считывает файл случайных углов, вычисляет для участка в 1 квадратный дюйм (6,5 см<sup>2</sup>), как будут располагаться канавки и пики по результатам работы первой программы, и выводит на экран или распечатывает топографию сетки пирамид. Четвертая программа с названием "MAKETAPE.BAS" считывает ранее определенные углы и создает программу, управляющую числом и типом канавок, которые должны быть вырезаны алмазным точением при изготовлении шаблона шириной 22,5 дюйма (57 см). Этот шаблон будет иметь схему размещения пирамид случайной формы, разработанную первой программой.

Как правило, пресс-форма на основе шаблона, изготовленного с использованием описанных выше четырех программ, имеет сеть впадин, представляющих собой инвертированные пятигранные пирамиды (устые впадины служат "основанием" пирамиды). Впадины имеют постоянную глубину порядка 355 мкм, но отличаются друг от друга углами в диапазоне от 8 до 45°. Под углами здесь понимаются углы, образованные пересечением стороны пресс-формы с плоскостью, перпендикулярной поверхности пресс-формы, а также углы граней или углы при вершине каждого композита, которые должны быть равны по меньшей мере 25°.

Абразивное изделие было изготовлено с помощью способа и оборудования, показанных на фиг. 3. Это непрерывный

производственный процесс, работающий со скоростью порядка 15,25 м/мин. В качестве подложки использовалось вискозное полотно весом J, которое для герметичности было проклеено высущенным слоем латекса/фенольной смолы. Абразивная суспензия наносилась на пресс-форму раковым устройством с зазором между пресс-формой и раклей 76 мкм (3 миллидьюйма). Ширина покрытия составляла порядка 15 см. Давление прижима подложки к пресс-форме, создаваемое валиком 47 на фиг. 3, составляло порядка 40 фунтов (18 кг). Источником энергии служила одна лампа видимого света, которая включала V-образную лампу фирмы "Fusion Systems", дававшую 600 Вт/дюйм (240 Вт/см). После отверждения абразивной суспензии полученное абразивное изделие в течение 12 ч выдерживали при температуре 240° F (116 °C), чтобы окончательно отвердить фенольную проклейку.

#### Методика испытаний I.

Изготовленному абразивному изделию придали форму бесконечного ремня размерами 7,6 см x 335 см и провели его испытание на плоскошлифовальном станке с постоянной нагрузкой. В патроне закрепили предварительно взвешенную заготовку из низкоуглеродистой стали 4150 размерами 2,5 см x 5 см x 18 см. Заготовку поместили вертикально (сторона 2,5 x 18 см) лицом к резиновой планшайбе диаметром 36 см, на которую был надет абразивный ремень. Твердость резиновой планшайбы равнялась 65 по склероскопу Шора. Заготовка осуществляла возвратно-поступательное движение с длиной хода 18 см и с частотой 20 циклов/мин. Подпружиненный плунжер прижимал заготовку к ремню с усилием 4,5 кг (10 фунтов). Линейная скорость ремня равнялась 2050 м/мин. Через тридцать секунд шлифования заготовку сняли и произвели повторное взвешивание. Количество удаленного металла подсчитали вычитанием веса обработанной детали из начального веса. На станке установили новую предварительно взвешенную заготовку. Кроме того, производили замер чистоты обработанной поверхности ( $R_a$ ), а в некоторых случаях и  $R_{tm}$ . Методика таких замеров будет описана ниже. Испытания заканчивали в тех случаях, когда количество стали, снятой с заготовки за 30-секундный интервал, оказывалось меньше, чем одна треть стали, снятой за первые 30 сек шлифовки, или когда наблюдался пережог заготовки, т.е. изменение ее цвета.

#### Методика испытаний II.

Была использована та же методика, что и Методика испытаний I, исключая то, что заготовка была изготовлена из низкоуглеродистой стали 1018.

#### Методика испытаний III.

В патроне токарного станка закрепили кленовый шток диаметром примерно 3 см. Шток вращался с частотой примерно 3800 об/мин. К штоку в течение примерно 15-20 сек прижимали (без каких-либо вибраций) полосу абразивного изделия шириной 1 дюйм (25,4 мм) и длиной 12 дюймов (30,5 см). После шлифовки шток окрасили вишневой краской, промышленно выпускаемой фирмой "Watco".

$R_a$  является общепринятой в промышленности абразивных материалов

мерой шероховатости.  $R_a$  определяется как среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости от средней линии. Величину  $R_a$  измеряют профилометром, шуп которого имеет алмазный наконечник. Как правило, чем ниже значение  $R_a$ , тем более гладкой и чистой является обрабатываемая поверхность. Результаты регистрируются в мм. Использовался профилометр "Perthen M4P".

$R_{tm}$  является мерой шероховатости, принятой в промышленности абразивных материалов.  $R_{tm}$  определяется как среднее по пяти высотам индивидуальных неровностей на длине пяти последовательных измерений, где высота индивидуальной неровности - это расстояние по вертикали между высшей и низшей точками на длине измерения.  $R_{tm}$  измеряют тем же способом, что и  $R_a$ . Результаты регистрируются в мкм. Как правило, чем ниже значение  $R_{tm}$ , тем выше чистота поверхности.

Примеры 1, 1A и сопоставительные примеры A, AA.

Абразивные изделия, изготовленные в соответствии с настоящим изобретением, сравнивали с обычными абразивными изделиями, абразивные композиты которых имели одинаковую форму и размеры. Абразивное изделие для Примера 1 было изготовлено в соответствии с описанной здесь "Общей методикой изготовления абразивного изделия". Абразивное изделие для сопоставительного Примера A - это промышленно выпускаемое фирмой 3M, Сент-Пол, Миннесота, абразивное изделие марки P320 "3M 201E Three-Mile Resin Bond cloth VF-VM". Эти абразивные изделия испытывались по Методике испытаний I, а результаты испытаний приведены в таблице. Кроме того, точно так же, как для Примера 1A и Сопоставительного примера A, были подготовлены абразивные изделия для Примера 1A и сопоставительного примера AA. В этих примерах вместо Методики испытаний I использовалась Методика испытаний II. Результаты испытаний также приведены в таблице.

Приведенные выше результаты показывают, что представленные в примерах 1 и 1A абразивные изделия в соответствии с настоящим изобретением имеют более высокую производительность обработки и обеспечивают более высокую чистоту поверхности по сравнению с изделиями, у которых абразивные композиты имеют исключительно идентичную форму.

Пример 2 и Сопоставительные примеры B-E.

В этих примерах приводится сравнение абразивного изделия, изготовленного в соответствии с настоящим изобретением, с абразивными изделиями, у которых все абразивные композиты на подложке имеют одинаковую форму и размеры. Абразивные изделия для всех этих примеров были изготовлены в соответствии с описанной выше "Общей методикой изготовления абразивного изделия", за следующими исключениями. Абразивная суспензия содержала 20,3 части TMPTA, 8,7 частей TATHE1C, 1 часть PH2, 1 часть ASF, 1 часть SCA и 69 частей WAO размером 40 мкм. Пресс-форма для примеров B-E

представляла собой рельефное непрерывное поперечное полотно из полипропиленового термопластика, на котором имелись впадины в виде пятигранных пирамид (включая устье впадины в качестве "основания" пирамиды). Все впадины для Сопоставительных примеров В-Е имели идентичные размеры и отстояли друг от друга. Глубина впадин в Сопоставительном примере В была порядка 178 мкм, глубина впадин в Сопоставительном примере С была порядка 63,5 мкм, глубина впадин в Сопоставительном примере D была порядка 711 мкм, глубина впадин в Сопоставительном примере Е была порядка 356 мкм.

Затем абразивные изделия Примера 2 и Сопоставительных примеров В-Е испытывали в соответствии с описанной выше Методикой испытаний III. При шлифовке кленового штока инструментами по Сопоставительным примерам В-Е канавки были видны невооруженным глазом. Наоборот, на окрашенном кленовом штоке, отшлифованном инструментом по Примеру 2, не было никаких видимых следов канавок, а чистота деревянного изделия была очень высокой.

Для специалистов будут понятными различные модификации и изменения, не отклоняющиеся от сути и духа настоящего изобретения. Приведенные для иллюстрации варианты реализации изобретения не накладывают никаких ограничений на данное изобретение.

#### Формула изобретения:

1. Абразивное изделие, содержащее листовую подложку, на поверхности которой в фиксированном положении закреплено множество состоящих из абразивных частиц, диспергированных в связующем, трехмерных абразивных элементов, имеющих прецизионную форму, определяемую различными и различными границами, отличающееся тем, что не все абразивные элементы идентичны.

2. Изделие по п.1, отличающееся тем, что абразивные элементы закреплены на подложке парами, при этом каждую пару составляют различные по форме абразивные элементы.

3. Изделие по п.1, отличающееся тем, что в число абразивных элементов входят первый и второй абразивные элементы, размеры которых неодинаковы.

4. Изделие по п.3, отличающееся тем, что первый и второй абразивные элементы имеют границы, образованные по меньшей мере четырьмя плоскими поверхностями, при этом соседние плоские поверхности пересекаются с образованием кромок определенной длины и длина по меньшей мере одной кромок первого абразивного элемента не равна длине каждой из кромок второго абразивного элемента.

5. Изделие по п.4, отличающееся тем, что по меньшей мере одна из кромок первого абразивного элемента имеет длину, составляющую с длиной любой кромок второго элемента соотношение, лежащее в пределах от 10 : 1 до 1 : 10, исключая соотношение 1 : 1.

6. Изделие по п.3, отличающееся тем, что первый и второй абразивные элементы имеют неидентичные первую и вторую геометрические формы.

7. Изделие по п.6, отличающееся тем, что первая и вторая геометрические формы выбраны из группы, в которую входят кубы, призмы, конусы, усеченные конусы, цилиндры, пирамиды и усеченные пирамиды.

8. Изделие по п.3, отличающееся тем, что каждый из абразивных элементов имеет границу, определяемую по меньшей мере четырьмя плоскими поверхностями, при этом соседние плоские поверхности пересекаются, и по меньшей мере один угол, образованный на пересечении плоских поверхностей первого абразивного элемента, не равен ни одному из углов, образованных на пересечении плоских поверхностей второго абразивного элемента.

9. Изделие по п.8, отличающееся тем, что ни один из углов, образованных на пересечении плоских поверхностей первого абразивного элемента, не равен 0° или 90°.

10. Изделие по п.8, отличающееся тем, что все абразивные элементы имеют пирамидальную форму.

11. Изделие по п.1, отличающееся тем, что листовая подложка имеет боковые стороны, каждая из которых лежит в плоскости, перпендикулярной поверхности листовой подложки, предназначенной для механической обработки, а множество трехмерных абразивных элементов дискретно расположено на подложке с образованием на ее поверхности множества удлиненных параллельных абразивных ребер, продольные оси которых пересекают боковые стороны подложки под углом, не равным 0° или 90°.

12. Изделие по п.11, отличающееся тем, что указанное множество параллельных удлиненных абразивных ребер размещено в виде первой и второй групп, которые не перекрывают одна другую ни в направлении, параллельном боковым сторонам, ни в направлении, перпендикулярном им, при этом продольная ось по меньшей мере одного абразивного ребра первой группы расположена на линии пересечения по меньшей мере с одной продольной осью абразивного ребра второй группы.

13. Изделие по п.11, отличающееся тем, что каждый абразивный ребе́нь имеет вершину, расположенную в плоскости, параллельной поверхности листовой подложки.

14. Изделие по п.1, отличающееся тем, что каждый абразивный элемент имеет вершину, расположенную на расстоянии приблизительно 50 - 1020 мкм от поверхности листовой подложки.

15. Изделие по п.1, отличающееся тем, что абразивные элементы закреплены на поверхности подложки с плотностью приблизительно 100 - 10000 абразивных элементов на 1 см<sup>2</sup>.

16. Изделие по п.1, отличающееся тем, что вся поверхность подложки покрыта абразивными элементами.

17. Способ изготовления абразивного изделия по п.1, характеризующийся тем, что берут абразивную суспензию, состоящую из множества абразивных частиц, диспергированных в исходном связующем, подложку, имеющую лицевую и оборотную поверхности, и формирующее приспособление, имеющее на поверхности множество впадин прецизионной формы, определяемой

различными и различными границами, причем не все формы указанных впадин идентичны, вводят суспензию во множество впадин формующего приспособления и приводят его в контакт с поверхностью подложки из условия обеспечения смачивания подложки абразивной суспензией, затем исходное связующее отверждают с образованием абразивных элементов, прикрепленных к поверхности подложки и имеющих геометрическую форму, соответствующую прецизионной форме впадин формующего приспособления, после чего формующее приспособление отделяют от подложки.

18. Способ чистовой обработки заготовки абразивным изделием по п.1,

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

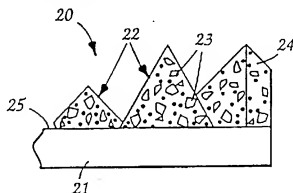
55

60

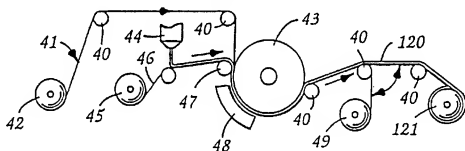
характеризующийся тем, что указанное абразивное изделие вводят во фрикционный контакт с поверхностью обрабатываемой заготовки и по меньшей мере одному из контактирующих элементов сообщают относительное перемещение из условия уменьшения шероховатости обрабатываемой поверхности.

19. Формующее приспособление для производства абразивных элементов по п. 1, характеризующееся тем, что оно выполнено в виде листа, на поверхности которого имеется множество впадин прецизионной формы, определяемой различными и различными границами, причем не все впадины имеют идентичную форму.

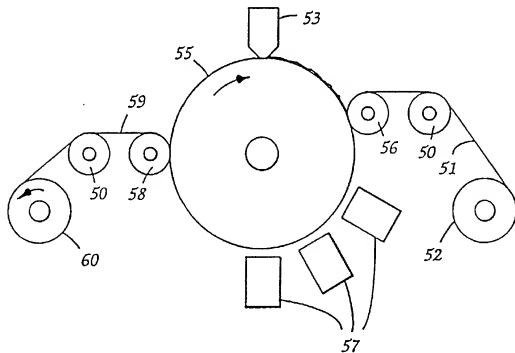
Серия испытаний	Пример 1	Сравнительный пример А	Пример 1А	Сравнительный пример АА
Плотность (г/см <sup>3</sup> )	12,2	15,3	13,3	11,8
Параметрическая частота $f_0$ , кГц	0,85	0,85	1,00	1,18
Параметрическая частота $f_{0max}$ , кГц			0,63	10,66
Плотность (г/см <sup>3</sup> )	203,6	154,8	205,5	201,2
Осциллометрическая частота $f_0$ , кГц	0,33	0,43	0,37	0,43
Осциллометрическая частота $f_{0max}$ , кГц			3,11	3,92



Фиг.2

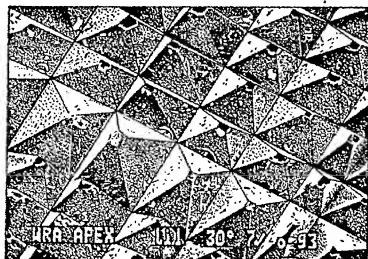


Фиг.3

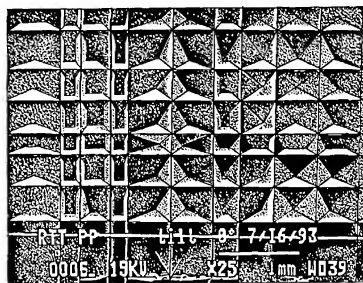


Фиг.4

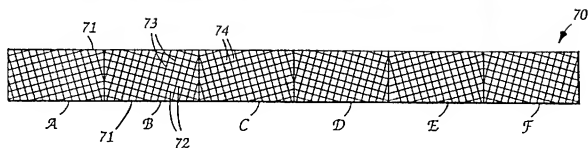




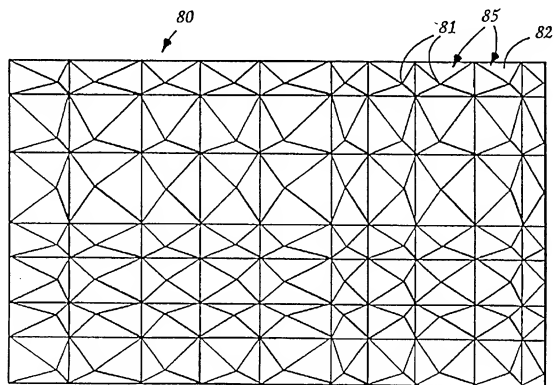
Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8